

SÉRIE A, n° 264
N° D'ORDRE : 288

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

MAO Tsung-Liang

1^{re} THÈSE. — Étude comparative des caractères anatomiques et du parcours
des faisceaux libéro-ligneux des Chénopodiacées et des
Amarantacées.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 1933, devant la Commission d'examen

Président : M. P.-A. DANGEARD.

Examineurs : { M. COMBES.
 { M. KÜHNER.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1933

SÉRIE A, n° 264
N° D'ORDRE : 288

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

MAO Tsung-Liang

1^{re} THÈSE. — Étude comparative des caractères anatomiques et du parcours
des faisceaux libéro-ligneux des Chénopodiacées et des
Amarantacées.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 1933, devant la Commission d'examen

Président : M. P.-A. DANGEARD.

Examineurs : { M. COMBES.
M. KÜHNER.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1933

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du globe.
Doyen honoraire M. MOLLIARD.

*Professeurs
honoraire*

H. LE CHATELIER.
H. LEBESGUE.
A. FERNBACH.
A. LEDUC.
ÉMILE PICARD.
RÉMY PERRIER.
LÉON BRILLOUIN.
A. DERREIMS.

Professeurs ...

E. GOURSAT Analyse supérieure et algèbre supérieure.
P. JANET Electrotechnique générale.
F. WALLERANT Minéralogie.
P. PAINLEVÉ Mécanique analytique et mécanique céleste.
M. CAULERY Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Émile BOREL Calcul des probabilités et Physique mathém.
H. ABRAHAM Physique.
M. MOLLIARD Physiologie végétale.
E. CARTAN Géométrie supérieure.
Gabriel BERTRAND Chimie biologique.
Jean PERRIN Chimie physique.
L. LAPICQUE Physiologie générale.
M^{me} P. CURIE Physique générale et radioactivité.
G. URBAIN Chimie générale.
L. MARCHIS Aviation.
E. VESSIOT Théorie des fonctions et théorie des transformat.
A. COTTON Physique générale.
J. DRACH Application de l'analyse à la géométrie.
Charles FABRY Physique.
R. LESPIEAU Théories chimiques.
P. PORTIER Physiologie comparée.
Charles PEREZ Zoologie.
E. BLAISE Chimie organique.
P.-A. DANGEARD Botanique.
Léon BERTRAND Géologie structurale et géologie appliquée.
E. RABAUD Biologie expérimentale.
G. JULIA Calcul différentiel et calcul intégral.
Paul MONTEL Mécanique rationnelle.
V. AUGER Chimie appliquée.
P. WINTREBERT Anatomie et histologie comparées.
O. DUBOSCQ Biologie maritime.
Eugène BLOCH Physique théorique et physique céleste.
N. Etude des combustibles.
L. LUTAUD Géographie physique et géologie dynamique.
Henri VILLAT Mécanique des fluides et applications.
Ch. JACOB Géologie.
P. PASCAL Chimie minérale.
E. ESCLANGON Astronomie.
H. BÉNARD Mécanique expérimentale des fluides.
C. MAUGUIN Minéralogie.
L. BLARINGHEM Botanique.
A. GUILLIERMOND Botanique (P. C. N.).
A. DENJOY Mathématiques générales.
A. DUFOUR Physique (P. C. N.).
H. BEGHIN Mécanique physique et expérimentale.
De BROGLIE Théories physiques.

E. PÉCHARD Chimie (Enst P. C. N.).
A. GUILLET Physique.
M. GUICHARD Chimie minérale.
A. MICHEL-LÉVY Pétrographie.
H. MOUTON Chimie physique.
L. DUNOYER Optique appliquée.
M. JAVILLIER Chimie biologique.
ROBERT-LÉVY Zoologie.
A. DEBIERNE Radioactivité.
E. DARMOIS Physique.
G. BRUHAT Physique.
F. PICARD Zoologie (Evol. des êtres organisés).
L. JOLÉAUD Paléontologie.
M. FRÉCHET Calcul des Probabil. et Physiques mathémat.
M^{me} RAMART-LUCAS Chimie organique.

FOCH Méc. expér. des fluides.
PAUTHENIER Physique (P. C. N.).
VILLEY Méc. physique et expérimentale.
LABROUSTE Physique du Globe.
FREUNDLER Chimie (P. C. N.).
PRENANT Zoologie.
P. JOB Chimie générale.
CHRÉTIEN Optique appliquée.
BOHN Zoologie (P. C. N.).
COMBES Sciences nat. (P. C. N.).
GARNIER Mécanique rationnelle.
PÉRES Mécanique des fluides.
LAUGIER Physiologie générale.
TOUSSAINT Techn. Aéronautique.
HACKSPILL Chimie (P. C. N.).

Secrétaire A. PACAUD.
Secrétaire honoraire ... D. TOMBECK.



Étude comparative des caractères anatomiques et du parcours des faisceaux libéro-ligneux des Chénopodiacées et des Amarantacées

par MAO Tsung Liang

INTRODUCTION

Les deux familles des Chénopodiacées et des Amarantacées présentent de remarquables affinités morphologiques à tel point que certains auteurs les ont réunies en un seul groupe, celui des Salsolacées, que d'autres systématiciens nomment Chénopodiacées.

L'anatomie de ces deux familles a donné lieu à de nombreux travaux qui mettent, en effet, en relief la similitude de leurs caractères anatomiques. Toutefois, un travail d'ensemble sur l'étude comparée du parcours des faisceaux libéro-ligneux n'a pas été fait jusqu'ici, et c'est pour combler cette lacune que nous nous sommes mis à l'œuvre. Nous avons ajouté quelques observations sur la germination, ce qui nous a permis de rendre compte de certaines différences de structures présentées par la plantule et le sujet adulte.

Nous tenons particulièrement à exprimer ici notre profonde reconnaissance à notre maître, M. le Professeur P.-A. Dangeard pour l'intérêt qu'il n'a cessé de porter à nos recherches et pour les conseils qu'il nous a prodigués.

Nous remercions tous ceux qui ont facilité notre tâche en nous procurant les matériaux d'études nécessaires,

MM. Lecomte et Humbert Professeurs de Phanérogamie au Muséum de Paris ; M. Guillaumin, sous-directeur du Laboratoire de Culture au Muséum de Paris ; M. H. H. Hu, le Directeur de Fan Institut de Biologie à Pékin ; M. le Directeur du Jardin Royal de Kew à Londres ; M. le Superintendant du Jardin Royal Botanique de Sibpur (Calcutta) ; ainsi que MM. Guinet, chef jardinier et R. Willmann, jardinier du Jardin des Plantes de Paris.

Grâce à l'obligeance de M. Raymond, l'un de nos camarades du Laboratoire, nous avons pu surmonter, dans bien des cas, les difficultés que présentait pour nous la rédaction d'un mémoire en une langue à laquelle nous n'étions pas habitué, aussi le remercions-nous bien vivement.

HISTORIQUE

H. F. Link (42) est probablement le premier auteur qui en 1807, a étudié l'anatomie de la tige des Amarantacées. Il avait vu l'accroissement de cet organe chez *Amarantus* se produisant par une formation secondaire anormale.

Trente-trois ans plus tard, Unger (67) avait son attention attirée sur la tige du *Chenopodium viride* dont il fit des sections transversales à diverses hauteurs pour déterminer la course longitudinale des faisceaux.

Plus tard encore, nous trouvons successivement les recherches de Gernet (31), de Regnault (56), de Sanio (58), de Nægeli (49), etc., sur la racine ou sur la tige de différentes espèces de ces deux familles, et celles de Duval-Jouve (24) sur les gaines foliaires dans le genre *Salicornia* qui ont permis une classification basée sur les caractères anatomiques.

En 1870, Van Tieghem (70) présente un mémoire sur la symétrie de structure des racines du *Beta vulgaris* du *Spinacia oleracea* et de l'*Atriplex hortensis*. Un peu plus tard, Prillieux (54) et Droysen (23) décrivent le collet et la feuille chez la betterave. En même temps, de Bary (5) montre que dans quelques plantes d'*Amarantus* les faisceaux se séparent les uns des autres du pétiole à la tige. Ensuite paraît le travail de Gérard (30) sur le passage de la racine à la tige de l'*Amarantus paniculatus* et du *Chenopodium hastata*.

Dès 1885, les recherches de Morot (48) sur le péricycle et de Hérail (37) sur la structure de la tige des Dicoty-

lédones montrent comment les formations secondaires anormales se constituent grâce au cloisonnement du méristème péricyclique dans un certain nombre d'espèces de Chénopodiacées et d'Amarantacées.

Puis, Gheorghieff (32) pour la première fois, publie un mémoire complet sur les Chénopodiacées et de peu d'étendue sur les Amarantacées. Son étude anatomique a trait surtout à la fleur et à la tige mais très peu à la racine et à la feuille.

M. P.-A. Dangeard (20-21) en 1888, fait des recherches spécialement sur la gaine foliaire des Salicorniæ et sur l'anatomie des Salsolæ. Il montre chez ces dernières, comme un caractère tout à fait particulier, de petits faisceaux à bois toujours tourné vers l'extérieur. Ce savant, l'année suivante (22), attire l'attention sur le mode d'union de la tige et de la racine dans certaines espèces de ces familles.

Ensuite, viennent successivement les recherches d'Arcangeli (1), de Van den Berghe (68), de Volkens (76), de Houlbert (39), de Warming (78), de Ganchery (29), de Solms (65), de Cassan (11), de Chrysler (17), etc., sur l'anatomie de divers organes de quelques plantes de ces deux familles.

En 1899 et en 1906, deux mémoires importants sont publiés : celui de Fron (28) sur l'anatomie de la racine et de la tige des Chénopodiacées et celui de Monteil (47) sur l'anatomie comparée de la feuille de cette même famille. Le premier, sur de nombreuses espèces, étudie le parcours des faisceaux dans la partie inférieure de la jeune tige. A ce sujet, Gravis remarque « malheureusement il s'est borné aux premiers segments de la tige principale de jeunes plantules en germination, de sorte qu'on ne peut pas se faire une idée du parcours des faisceaux dans la tige des plantes de cette famille ». Quant à Monteil, ses recherches n'ont porté que sur le limbe, laissant de côté le pétiole.

Un an plus tard, en 1907, Gravis (33) recherche le type de structure de l'*Amarantus caudatus* dans la tige et à la base du pétiole et suit le parcours des faisceaux dans ces régions. Les observations s'appliquent aux segments 8 à 13 d'une tige principale très vigoureuse, complètement développée, mesurant 1 m. 40 depuis l'insertion des cotylédons jusqu'au sommet de l'inflorescence.

Entre 1910-1920, nous avons les recherches de Chermezon (14), de Chauveaud (12), de Fraine (27), de Greenfield (34), de Souèges (66). Chauveaud étudie l'appareil conducteur des plantes vasculaires en général et les phases principales de son évolution ; son matériel d'étude comprend un certain nombre de plantules de Chénopodiacées et d'Amarantacées. Antérieurement une telle étude n'avait été qu'ébauchée.

En 1924, Wilson (82) publie son mémoire sur les parcours des faisceaux médullaires de la tige de quelques plantes dans ces familles. Il constate que celles-ci sont intimement affines en s'appuyant sur le parcours des faisceaux. Mais sa description est très succincte et il n'a pu observer les distinctions qui séparent certaines espèces.

C'est tout récemment que W. Schmid (61-62) a étudié les structures de la racine et de la tige des Amarantacées. Sur un grand nombre d'espèces, il a examiné la formation secondaire qui prend naissance dans le péricycle comme l'ont indiqué Morot, Hérail et Fron.

*
* *
*

Après ce bref exposé historique, nous divisons notre travail de la façon suivante :

- I. — Etude de la tige et du parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la tige.

II. — Etude de la feuille et du parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la feuille.

III. — Etude de la germination et du passage de la racine à la tige.

Dans nos recherches, nous avons suivi la classification d'Engler.

PREMIÈRE PARTIE

LA TIGE

CHÉNOPODIACÉES

TRIBU I. — **Polynemeae.**

Polynemum arvense L.

Caractères anatomiques. — La section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige du *Polynemum arvense* est montrée par la fig. 1, pl. IX. L'épiderme consiste en cellules plus ou moins arrondies, à parois externes et internes épaisses recouvertes d'une mince couche cuticulaire. Certaines de ses cellules sont prolongées en poils de longueur variable, à membrane molle, souvent courbés sur l'épiderme ; mais ils sont très rares dans cette plante.

Le parenchyme cortical épais est formé de 4 à 9 rangs de cellules, car la tige présente 6 à 7 angles saillants à sa surface externe ; au niveau de chacune de ces saillies, il est plus épais, les cellules externes y sont plus souvent collenchymateuses et celles internes plus grandes, légèrement aplaties dans le sens de la circonférence de la tige, à membrane relativement épaisse et laissant entre elles de petits méats. Ordinairement, le parenchyme cortical renferme un peu d'amidon, mais très peu de mâcles d'oxalate de chaux : une seule dans chaque cellule mâclifère.

L'assise la plus interne du parenchyme cortical n'a pas les caractères de l'endoderme.

La couronne libéro-ligneuse normale comprend dix fais-

ceaux dont 5 plus petits lesquels se rendent successivement dans la feuille ; les plus gros sont les faisceaux caulinaires. Tous ces faisceaux sont nettement distincts et séparés les uns des autres par les rayons médullaires secondaires lignifiés.

Le liber est peu développé ; il est impossible d'y distinguer les éléments primaires des éléments secondaires.

Les vaisseaux primaires sont souvent dispersés sans ordre dans les cellules ligneuses primaires, mais on en trouve quelquefois en file. Ces vaisseaux primaires se composent surtout de trachées et de très peu de tubes annelés.

Le bois secondaire est formé de cellules ligneuses, à éléments petits et à parois lignifiées ; parmi eux, on trouve de grands vaisseaux isolés et d'autres par groupes de 2 ou 3 disposés radialement. Dans ce bois secondaire, la plupart des vaisseaux sont spiralés, rayés ou réticulés ; les punctuations sont très rares.

Enfin vient la moelle, dont les cellules sont très semblables à celles du parenchyme cortical ; seulement elles sont plus grandes et manquent d'amidon.

La structure de la tige du *Polycnemum majus*, A. Braun est identique à celle de *P. arvense*.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA TIGE. — Une coupe transversale faite à la base du nœud N_1 (I, fig. 1 et au niveau I de la fig. 2) présente 10 faisceaux que nous numérotions 1, 2, 3... 10 dont les 5 petits 1, 3, 5, 7 et 9 se rendront successivement dans la feuille ; les autres 2, 4, 6, 8 et 10, plus gros, sont les faisceaux caulinaires. Si l'on examine des séries de coupes faites en remontant sur le nœud N_1 , on voit le faisceau 1 passer directement dans la feuille F_1 , et chacun des faisceaux 2 et 10 émet une branche r , destinée au rameau axillaire à l'aisselle de la feuille chez la plante adulte.

Après la sortie du faisceau foliaire 1 et des branches r , qui pénètrent, le premier dans la feuille F_1 , les deux autres

dans le rameau axillaire, les faisceaux 2 et 10 s'étalent tangentielllement arrivent au contact par leur bois secon-

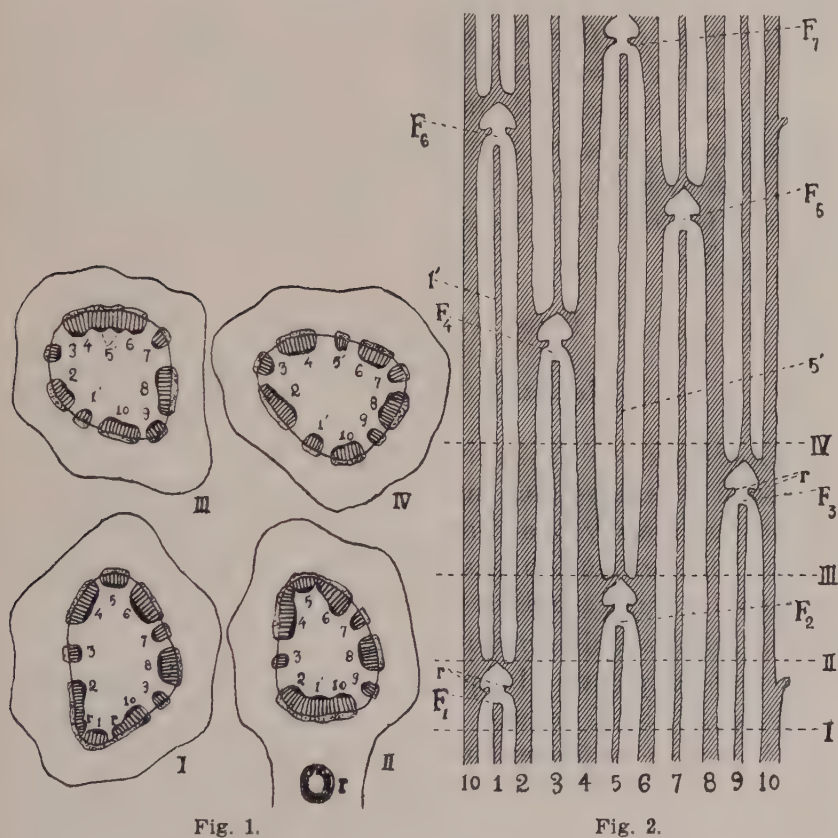


Fig. 1.

Fig. 2.

FIG. 1. — *Polycnemum arvense* L. — Sections transversales de la tige aux niveaux I, II, III, IV de la figure 2. — 1, 3, 5, 7, 9, 1', 5', faisceaux foliaires des feuilles F₁, F₄, F₂, etc. ; 2, 4, 6, 8, 10, faisceaux caulinaires fournissant les faisceaux foliaires ; r, faisceaux de rameau.

FIG. 2. — Course longitudinale des faisceaux libéro-ligneux de la tige dans le *Polycnemum arvense*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 1.

daire. Chacun d'eux émet une nouvelle branche et les deux branches ainsi formées se réunissent l'une à l'autre sans tarder pour reformer un nouveau faisceau foliaire 1'

(II, fig. 1 et au niveau II de la fig. 2). Ce faisceau persiste pendant 5 entre-nœuds, puis s'échappe dans la feuille F_6 directement au-dessus de F_1 .

Au niveau N_3 (fig. 2) de la sortie du faisceau 5 dans la feuille F_2 , les faisceaux caulinaires 4 et 6 émettent chacun une branche disposée de la même manière que les 2 et 10. De même, le faisceau 9 sortira dans la feuille F_3 , le faisceau 3 dans la feuille F_4 , le faisceau 7 dans la feuille F_5 et enfin le faisceau 1' dans la feuille F_6 par ordre suivant le cycle 2/5.

TRIBU II. — **Beteae.**

Hablitzia tamnoïdes Bieb.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Prenons une coupe transversale d'un entre-nœud sur la tige moyenne de l'*Hablitzia tamnoïdes*, nous y observons 5 angles saillants extérieurs offrant chacun 2 à 4 petits mamelons superposés et placés en face des faisceaux libéro-ligneux normaux (fig. 3).

Les cellules épidermiques sont grandes, à membrane externe peu épaissie ; les poils sont longs, localisés surtout sur le nœud, 3 à 4 cellules dont la terminale est bien allongée, à parois épaisses et sinueuses (fig. 39).

Chaque mamelon est constitué presque entièrement par du collenchyme dont les éléments sont épaissis aux angles (fig. 2, pl. IX).

L'écorce est formée de 3 à 4 assises d'assez grandes cellules peu chlorophylliennes dans les couches externes et amylières du côté interne.

Le système libéro-ligneux se compose de 18 à 19 faisceaux parmi lesquels il y a 5 faisceaux caulinaires bien élargis et de forme triangulaire ; les autres, petits, sont les faisceaux foliaires destinés aux feuilles successives.

Entre l'écorce et le système libéro-ligneux se trouve un anneau péricyclique complet à plusieurs rangées de petites

cellules dont les plus externes deviennent sclérenchymateuses.

Au centre, une grande lacune se forme par la destruction de la moelle et s'étend sur toute la longueur de l'entrenœud et du nœud.

PARCOURS DES FAISCEAUX DE LA TIGE DE L'HABLITZIA TAMNOIDES. — Dans cette espèce, le cycle est $2/5$ comme chez le *Polycnemonum arvense* ; l'angle de divergence des feuilles est également 144° en montant vers la droite. Cependant, le nombre de faisceaux sortants de la tige à la feuille est de trois.

En faisant des coupes en série de la tige de bas en haut, nous voyons que les cinq faisceaux caulinaires 1, 2, 3, 4 et 5, qui sont plus gros, se trouvent toujours dans les cinq angles saillants. Entre eux, sont cinq groupes de petits faisceaux foliaires, dont chaque groupe se compose d'un à trois faisceaux suivant les différents niveaux. Quand un groupe de faisceaux foliaires sortira dans la feuille, le faisceau caulinaire situé à sa gauche se divise toujours en deux dont l'un, celui de gauche, se continue verticalement et dont l'autre, celui de droite, prépare de nouveaux faisceaux pour remplacer ceux qui viennent d'entrer dans la feuille, puis il finit par s'anastomoser au faisceau caulinaire du côté droit.

Suivons, par exemple, les faisceaux 2 et 3, localisés à droite et à gauche de la feuille F_2 . Si l'on pratique une coupe transversale sur l'entrenœud au-dessous de la feuille F_2 (I, fig. 3 et au niveau I de la fig. 4), on voit le faisceau caulinaire 2 émettre justement un faisceau réparateur R qui donne successivement une branche sur le nœud de F_2 (fig. 3, II), au niveau II de la fig. 4 et l'autre au-dessus de F_2 pour préparer de nouveaux faisceaux foliaires lesquels se rendent à la feuille F_7 superposée exactement à la feuille F_2 . Enfin, ce faisceau R se joint au faisceau 3. En ce qui concerne la branche gauche des

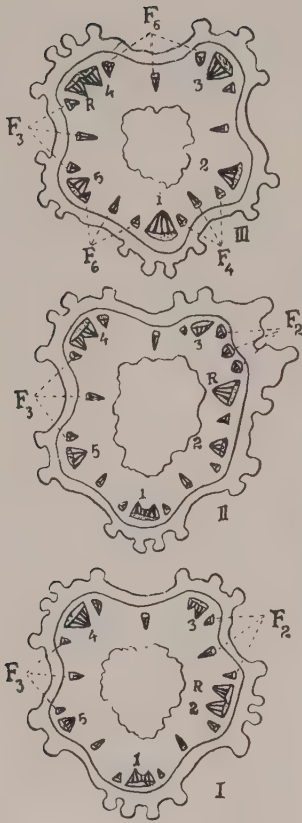


Fig. 3.

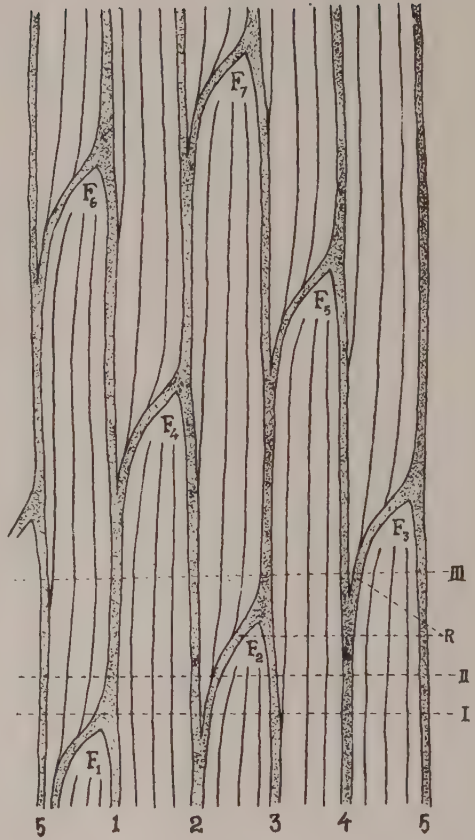


Fig. 4.

FIG. 3. — *Hablitzia tamnoides* Bieb. — I, II, III, Coupes transversales de la tige aux niveaux I, II, III de la figure 4. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; F₁, F₂, F₃, F₄... F₇, faisceaux foliaires passant dans les feuilles F₁, F₂, F₃, etc. ; R, faisceau réparateur, émis par faisceau caulinaire gauche au niveau où les faisceaux foliaires correspondants passent dans la feuille. Ce faisceau R, après avoir donné naissance à de nouveaux faisceaux foliaires, se réunit au faisceau caulinaire droit.

FIG. 4. — Course longitudinale des faisceaux de la tige dans l'*Hablitzia tamnoides*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 3.

faisceaux foliaires F₇, nous observons qu'elle se détache plus tard du faisceau caulinaire 2 et qu'elle ne s'étend que sur 2 ou 3 entre-nœuds.

Il en est de même pour tous les autres faisceaux foliaires comme le montre la fig. 4.

TRIBU III. — **Chenopodeae.**

Chenopodium Bonus-Henricus L.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige du *Chenopodium Bonus-Henricus* ressemble beaucoup à celle de l'*Hablitzia tamnoïdes*. Cependant, elle présente les particularités suivantes :

1^o Il n'y a pas de mamelons sur les angles saillants.

2^o Le collenchyme à membrane épaissie aux angles des cellules se poursuit tout autour sous l'épiderme en formant plusieurs couches concentriques.

3^o Le parenchyme cortical offre un développement considérable sur une épaisseur de 7 à 9 assises de cellules renfermant des grosses macles.

4^o Le péricycle scléreux est superposé aux faisceaux en arc souvent interrompu au niveau des rayons médullaires.

5^o Les faisceaux libéro-ligneux normaux présentent leur forme ovoïde. Le nombre total des faisceaux varie de 12 à 17, il est généralement de 15. Tous ces faisceaux sont nettement distincts les uns des autres et séparés par les rayons médullaires dont la formation secondaire est lignifiée. La zone génératrice présente une forme arquée à concavité tournée souvent vers le liber et a déjà donné naissance à une assez notable quantité de liber et de bois secondaires.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Quoique le cycle et le nombre des faisceaux sortants à la

feuille du *C. Bonus-Henricus* soient analogues à ceux de l'*Hablitzia tamnoides*, la marche des faisceaux dans la tige en est tout à fait différente. Elle est ondulée, et la disposition des faisceaux est irrégulière et inconstante ; on

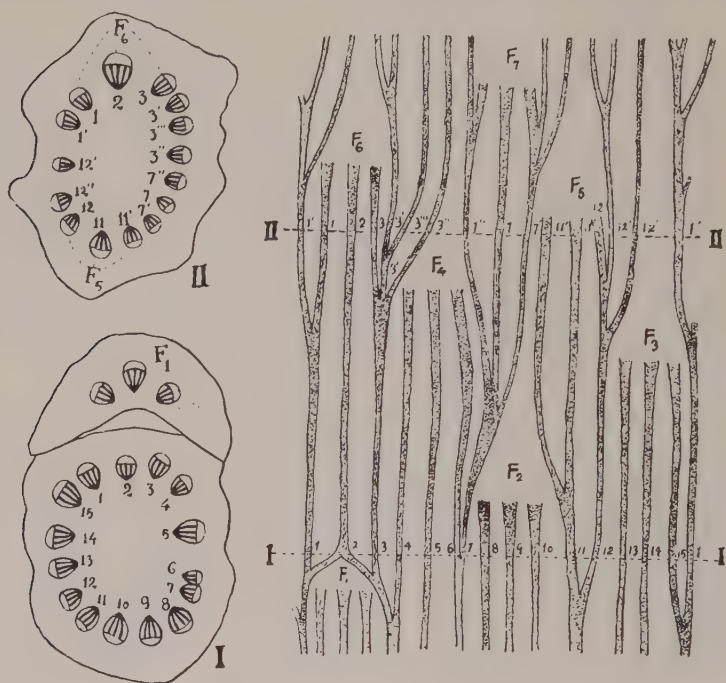


Fig. 5.

Fig. 6.

FIG. 5. — *Chenopodium Bonus-Henricus* L. — I, II, Sections transversales de la tige aux niveaux I, II de la figure 6. — 1, 2, 3, etc., faisceaux caulinaires et foliaires ; F₁, faisceaux foliaires dans la feuille F₁.

FIG. 6. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Chenopodium Bonus-Henricus*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 5.

ne distingue pas nettement les faisceaux caulinaires des faisceaux foliaires, car la taille de ces derniers n'est pas sensiblement plus petite que celle des précédents sur la coupe transversale au niveau des entre-nœuds. Le par-

cours des faisceaux que nous avons vus est représenté schématiquement par les fig. 5 et 6.

Dans les autres espèces de *Chenopodium*, la formation libéro-ligneuse secondaire ne diffère de celle du *C. Bonus-Henricus* qu'en ce que l'assise génératrice libéro-ligneuse normale entre le liber et le bois primaires ne donne qu'une petite quantité de liber et de bois secondaires, puis elle cesse sa fonction. En même temps, dans le péri-cycle, les cellules souvent les plus internes donnent naissance à de nouvelles assises génératrices anormales pour constituer des tissus secondaires péri-cycliques que Van Tieghem a nommés « faisceaux libéro-ligneux surnuméraires ».

Nous avons étudié particulièrement à ce point de vue les *C. album*, *ambrosioides* et *vulvaria* où les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires sont formés de bonne heure en un cercle complet en dehors des faisceaux libéro-ligneux normaux.

Quant au parcours des faisceaux libéro-ligneux normaux, il est également ondulé comme chez le *C. Bonus-Henricus*. Dans le *C. ambrosioides* la marche des faisceaux est analogue à celle du *Roubieva multifida* que nous décrivons plus loin.

Chez le *C. album*, les faisceaux foliaires se rendent dans les feuilles soit au nombre de 3 dans la partie inférieure de la tige, soit au nombre de 5 dans celle supérieure. Dans ce dernier cas, Wilson (83) a figuré un schéma de course longitudinale des faisceaux normaux dans son travail ; nous n'insistons donc pas sur ce sujet.

Roubieva multifida Moq.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige du *Roubieva multifida* est représentée par la fig. 3, pl. IX. L'épiderme porte deux sortes de poils : les uns allongés unisériés, les autres courts à cellule terminale renflée en cylindre ou bien piriforme.

Au-dessous de l'épiderme vient une couche discontinue de cellules collenchymateuses, *col*, localisée aux parties saillantes. Elle est interrompue par des amas de petites cellules plus ou moins rectangulaires, disposées en sens tangentiel. Ces derniers contiennent de la chlorophylle pendant leur jeunesse.

Ensuite, se trouve une couche de parenchyme cortical, *pc*, à cellules grandes et un peu aplaties tangentiellement, réduite à une faible épaisseur. Quelques-unes de ces cellules sont remplies de cristaux pulvérulents, *cp*.

Le cylindre central est limité par une assise de fibres péricycliques, *fp*, interrompue en quelques endroits. Dans la plus grande profondeur, les faisceaux libéro-ligneux normaux, $F_{lb.n}$, sont isolés dans le parenchyme médullaire. En dehors de ce dernier, les formations secondaires surnuméraires sont représentées par un anneau de cellules ligneuses secondaires, p_{ls} , à parois épaisses. Parmi ces cellules ligneuses secondaires, on trouve de nombreux faisceaux libéro-ligneux surnuméraires, $F_{lb.s}$, dans lesquels, les vaisseaux sont isolés ou en chaînes radiales à cellules très grandes, le liber est à fibres cellulósiques et assez développé.

Au centre, le parenchyme médullaire est formé de cellules arrondies, laissant entre elles de grands méats. Certaines cellules renferment de nombreux cristaux pulvérulents semblables à ceux du parenchyme cortical.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DU ROUBIEVA MULTIFIDA. — Le nombré total des faisceaux normaux aux divers niveaux de la tige varie de 11 à 14 ; sur ce nombre, cinq sont les faisceaux caulinaires. Le parcours des faisceaux normaux présente de grandes analogies avec celui de la tige de l'*Hablitzia tamnoïdes* : le cycle est également $2/5$, les feuilles reçoivent trois faisceaux foliaires et les 5 faisceaux caulinaires sont situés constamment dans les 5 angles saillants ; ils sont recti-

lignes. Toutefois, chaque groupe de 3 faisceaux foliaires sort dans une feuille, les faisceaux caulinaires situés de

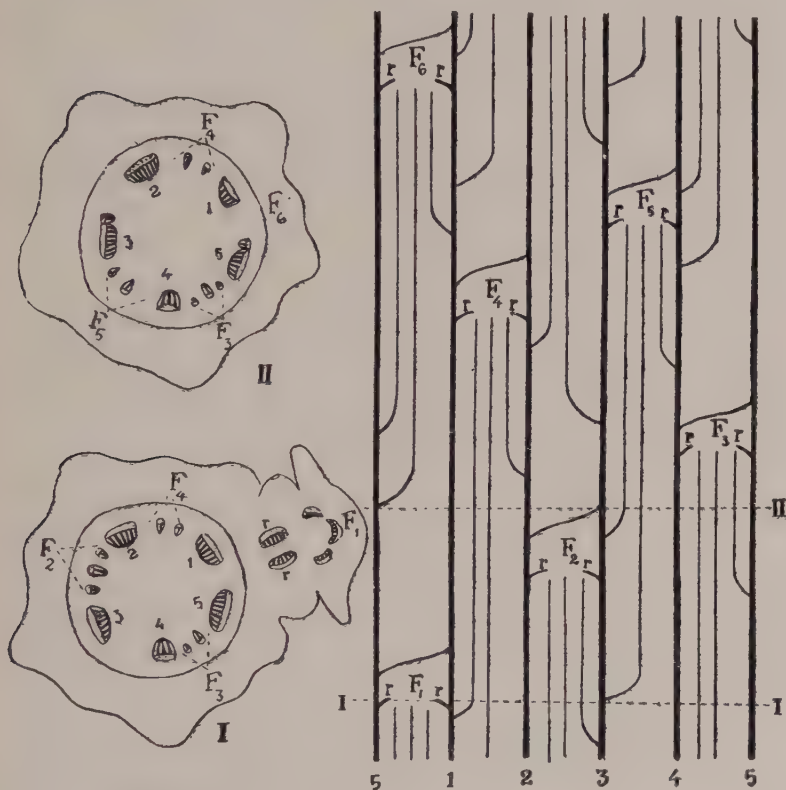


Fig. 7.

Fig. 8.

FIG. 7. — *Roubiera multifida* Moq. — I, II, coupes transversales de la tige aux niveaux I, II de la figure 8. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires; F_1, F_2, F_3, F_4 , faisceaux foliaires passant dans les feuilles F_1, F_2, F_3 , et F_4 ; r , faisceau du rameau.

FIG. 8. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Roubiera multifida*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 7.

chaque côté de la feuille détachent plus tard des faisceaux foliaires pour réparer ceux qui viennent de sortir. Si l'on fait une coupe transversale, par exemple, au-dessus de la

feuille F_1 (I, fig. 7 et au niveau I de la fig. 8), on observe que le faisceau caulinaire 1 a déjà émis une branche destinée à former le faisceau foliaire latéral de la feuille F_4 et que les 3 faisceaux foliaires F_1 s'inclinent pour passer dans la feuille F_1 . Alors, le faisceau caulinaire 5 ne tarde pas à émettre une nouvelle branche qui rejoint immédiatement le faisceau 1 et le renforce. A partir de ce niveau, ces deux faisceaux caulinaires 1 et 5 marchent parallèlement en montant sans se ramifier dans l'intervalle d'un entre-nœud. Après la sortie des faisceaux foliaires dans la feuille F_2 , le faisceau 5 recommence à produire une nouvelle branche destinée au faisceau foliaire médian de la feuille F_6 , superposée exactement à la feuille F_1 (II, fig. 7 et au niveau II de la fig. 8). Cette branche ne persiste donc que dans l'espace de quatre nœuds. Quant aux deux autres latérales de l' F_6 , l'une, celle de gauche, se détache plus tard du faisceau 5 après la sortie des faisceaux foliaires dans la feuille F_3 et l'autre, celle de droite, se détache du faisceau 1 après la sortie des faisceaux foliaires dans la feuille F_4 , c'est-à-dire que la précédente séjourne pendant 3 entre-nœuds et la dernière seulement pendant 2 entre-nœuds.

Tous les autres faisceaux foliaires qui se détachent régulièrement des faisceaux caulinaires sont analogues sauf le faisceau foliaire médian qui fournit à la feuille F_7 , se détache, au contraire, du faisceau 3 situé du côté droit. Ce cas-là, nous le trouvons très rarement dans cette espèce.

TRIBU IV. — **Atripliceae.**

Spinacia spinosa Mœnch (*Spinacia oleracea* L.).

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige du *Spinacia spinosa* ressemble beaucoup, surtout par son tissu cortical, à celle

du *Roubieva multifida*. Toutefois, elle présente cette particularité que l'assise génératrice normale fonctionne assez longtemps, c'est pourquoi, entre le liber et le bois primaires, les éléments secondaires normaux prennent une épaisseur considérable. L'assise sous-péricyclique, quoique des cloisonnements péricycliques s'y soient établis, ne donne naissance qu'à quelques assises de bois secondaire surnuméraire à l'extérieur du liber primaire de chaque faisceau.

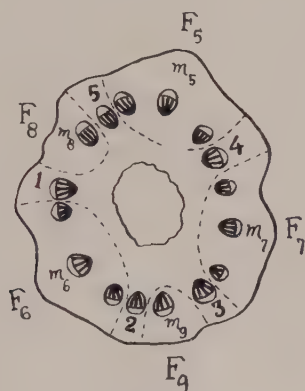


Fig. 9.

FIG. 9. — *Spinacia spinosa* Mœnch. — Section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; m_5 , m_6 , m_7 , m_8 , m_9 , faisceaux foliaires médians passant dans les feuilles F_5 , F_6 , F_7 , etc.

Quant à la disposition des faisceaux normaux (fig. 9), il faut noter que chaque faisceau foliaire médian est toujours isolé comme m_5 , m_6 et m_7 destinés aux feuilles F_5 , F_6 et F_7 , excepté celui qui se détache à peine du faisceau caulinaires tel que m_8 et m_9 parce que les faisceaux foliaires latéraux à droite et à gauche, s'ils apparaissent, s'approchent continuellement des faisceaux caulinaires.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Le parcours des faisceaux normaux de la tige de *Spinacia*

spinosa offre la plus grande ressemblance avec celui de la tige du *Roubieva multifida*. Mais il y a quelques différences du fait que la marche des faisceaux est plus ou moins ondulée ; que le *Spinacia spinosa* ne présente pas d'anastomoses obliques entre les faisceaux caulinaires après la sortie des faisceaux foliaires dans la feuille et que, dans chaque groupe de faisceaux foliaires, le faisceau foliaire de droite, se fusionne accidentellement avec le faisceau médian.

Atriplex hortensis L.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La structure de la tige moyenne dans un entre-nœud de l'*Atriplex hortensis* est analogue à celle de la tige de *Roubieva multifida*, sauf que les tissus cortical et médullaire contiennent des mûcles au lieu de cristaux pulvérulents.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Le parcours des faisceaux de la tige de l'*Atriplex hortensis* a été étudié par Fron (28) qui a écrit : « la marche des faisceaux est analogue à celle de l'*Atriplex hastata* ». De celui-ci a été donné une figure de la course longitudinale des faisceaux à la base de la tige où les feuilles sont opposées. En effet, les feuilles placées à la partie supérieure de la tige de l'*Atriplex hortensis* sont régulièrement $\frac{2}{5}$ du cycle en montant vers la droite et nous avons spécialement étudié que le parcours des faisceaux de la tige ne diffère pas sensiblement de celui de la tige du *Spinacia spinosa*.

Chez d'autres espèces d'*Atriplex* comme *A. rosea* (var. *alba*), *crassifolia*, *littoralis*, etc., la structure de la tige est la même que celle de l'*A. hortensis*.

Les faisceaux foliaires sortant du cylindre central dans la feuille des *A. crassifolia* et *littoralis* sont également au nombre de 3. Cependant, dans *Atriplex rosea*, ils sont au nombre de 7. Nous donnons une figure de la course

longitudinale des faisceaux ci-dessous (fig. 10) et remarquons quelques particularités suivantes :

1^o Le cycle est bien $2/5$. Toutefois, une feuille forme avec la feuille précédente un angle de 144° en montant vers la gauche.

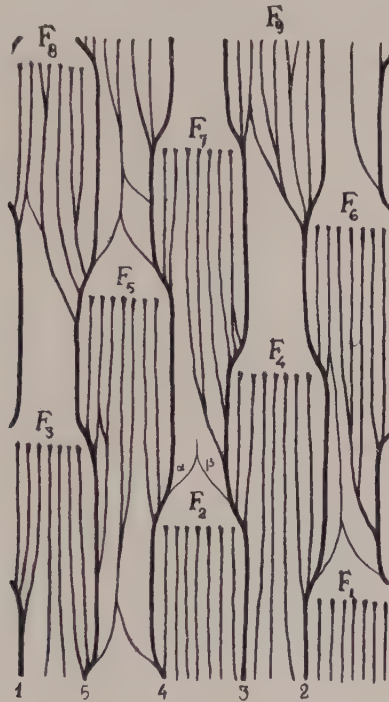


Fig. 10

FIG. 10. — *Atriplex rosea* (var. *alba*). — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; $F_1, F_2, F_3, \dots F_9$, faisceaux foliaires passant dans les feuilles F_1, F_2, F_3 , etc. ; α, β , petits faisceaux s'étendant plus ou moins loin en pointe libre.

2^o Les faisceaux foliaires se détachent, sans règle, des faisceaux caulinaires, surtout le faisceau foliaire médian issu de ces derniers, après la sortie des faisceaux foliaires précédents dans la feuille, soit immédiatement, soit à la suite d'un long espace.

3^o Dans chaque groupe des faisceaux foliaires, on peut trouver beaucoup d'anastomoses obliques échangées entre ces faisceaux, çà et là et irrégulièrement.

4^o Il est possible que deux branches comme α et β , au-dessus de la feuille F_2 , issues respectivement des faisceaux caulinaires 3 et 4, se réunissent l'une à l'autre et qu'elles s'étendent plus ou moins loin en pointe libre.

TRIBU V. — **Camphorosmeae.**

Kochia trichophylla Hort. (*K. scoparia* var. *trichophylla*, Bailey).

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La structure moyenne d'un entre-nœud de la tige du *Kochia trichophylla* ne diffère pas notablement de celle d'un entre-nœud de la tige du *Polycnemonum arvense*. Les particularités anatomiques sont les suivantes :

1^o L'épiderme porte des poils échinulés (fig. 6, pl. IX).

2^o Le collenchyme, qui peut faire défaut, présente des cellules dont les angles sont légèrement épaissis. Mais ce tissu s'observe nettement dans leur jeune âge à la partie supérieure de la tige.

3^o Quelque-unes des cellules corticales ou médullaires renferment en outre de petits cristaux.

4^o Le péricycle se forme au dos des faisceaux libéro-ligneux ; il est constitué par de petits groupes fibreux.

DANS LA TIGE AGÉE. — Si l'on fait une coupe transversale d'un entre-nœud à la partie inférieure de la tige très âgée, on y voit la formation secondaire surnuméraire qui a enveloppé les faisceaux normaux et formé l'épaisseur inégale. Elle comprend une ou deux couches en divers endroits : l'une interne formée d'un anneau ondulé, l'autre externe formée d'un arc dans la région saillante (fig. 4,

pl. IX). Ces deux couches sont indépendantes l'une de l'autre et limitées par quelques assises de cellules plus grandes, parfois allongées en sens tangentiel (fig. 5, pl. IX). Tous les

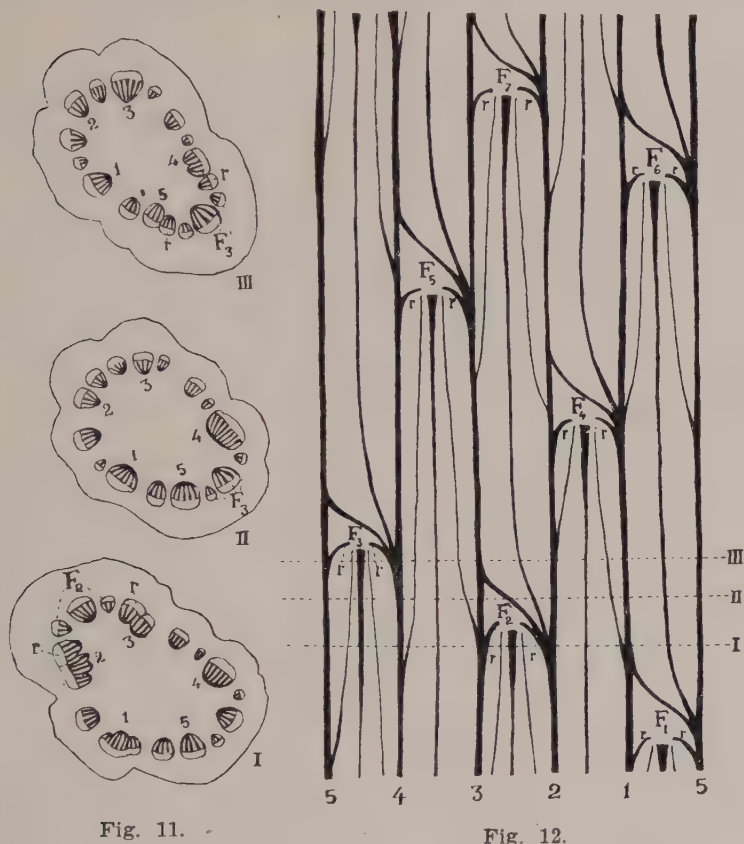


FIG. 11. — *Kochia trichophylla* Hort. — I, II, III, sections transversales de la tige aux niveaux I, II, III de la figure 12. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires; F₂, F₃, faisceaux foliaires passant dans les feuilles. F₂, F₃; r, faisceau de rameau.

FIG. 12. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Kochia trichophylla*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 11.

faisceaux normaux ou surnuméraires sont séparés les uns des autres par un rayon médullaire n'ayant qu'une ou deux assises de cellules allongées radialement.

PARCOURS DES FAISCEAUX DE LA TIGE DU *Kochia trichophylla*. — Le parcours des faisceaux de la tige du *Kochia trichophylla* ressemble beaucoup à celui de l'*Hablitzia tamnoïdes*. Cependant on y observe quelques différences :

1^o Les feuilles y sont isolées suivant $\frac{2}{5}$ soit à gauche soit à droite. Nous avons donné des schémas de la course des faisceaux montant dans les feuilles vers la gauche (fig. 11 et fig. 12).

2^o Quand les faisceaux foliaires sortent dans une feuille, le caulinaire situé à droite de ces faisceaux sortants donne naissance à deux branches : l'une à gauche qui rejoint tout de suite le faisceau caulinaire localisé à sa gauche et l'autre qui prépare un nouveau faisceau foliaire médian. Puis il continue sa course verticale.

3^o Les faisceaux foliaires latéraux à droite et à gauche se détachent plus ou moins tard des faisceaux caulinaires. Dans la région inférieure de la tige ces faisceaux latéraux font défaut.

4^o Chaque faisceau foliaire médian, vers sa sortie du cylindre central, s'élargit beaucoup tangentiellement et n'en forme qu'un seul grâce à sa réunion avec les faisceaux latéraux dans le nœud de la feuille.

Dans les autres espèces du genre *Kochia*, le nombre des faisceaux foliaires sortants de la tige à la feuille se réduit à un seul. Nous avons étudié à ce point de vue le *K. scoparia* et le *K. hyssopifolia*.

TRIBU VI. — **Corispermeae.**

Corispermum orientale Lam.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Une section transversale d'un entre-nœud de la tige adulte du *Corispermum orientale* est pentagonale. L'épiderme a ses cellules recouvertes

d'une très mince cuticule ; ses poils sont rares, unicellulaires, quelquefois ramifiés en candélabres comme sur la feuille. Les cellules du collenchyme ne présentent pas à leurs angles de forts épaissement et on ne les trouve que dans les parties saillantes (fig. 7, pl. IX).

Son parenchyme cortical est formé de cellules larges, allongées dans le sens tangentiel et à parois minces. Il renferme de nombreuses mâcles, cependant une ou deux rangées externes de ce parenchyme, à cellules relativement petites, qui contiennent de la chlorophylle pendant le jeune âge, sont très souvent détruites.

Le péricycle présente une ou deux assises de cellules, à parois minces. Il n'existe aucun élément susceptible de se différencier en fibres péricycliques.

Les faisceaux normaux se trouvent autour du parenchyme médullaire et se touchent directement au dos du liber primaire par les formations secondaires surnuméraires. Ces dernières renferment de nombreux faisceaux surnuméraires séparés sensiblement par les rayons ligneux.

Le bois primaire du faisceau est formé de nombreuses trachées isolées ou en chaînes radiales et récloisonnées radialement par les cellules ligneuses à parois minces.

Le parenchyme médullaire offre des cellules plus grandes que celui cortical. Elles sont polyédriques, à parois minces, laissant entre elles de petits méats. Certaines de ces cellules contiennent des mâcles, mais ces dernières existent moins nombreuses que dans le parenchyme cortical.

PARCOURS DES FAISCEAUX DE LA TIGE DU *CORISPERMUM ORIENTALE*. — Dans cette espèce, le cycle est $\frac{2}{5}$ en montant vers la droite ; il n'existe qu'un seul faisceau sortant du cylindre central dans la feuille.

Le nombre des faisceaux dans la tige étudiée varie de 10 à 13 dont les 5 faisceaux caulinaires 1, 2, 3, 4 et 5, sont alternés avec les faisceaux foliaires et supplémentaires, *b*, (fig. 13-14). Ces derniers se détachent très souvent, dans

les nœuds de la feuille, des faisceaux caulinaires du côté gauche du faisceau foliaire qui va sortir du cylindre cen-

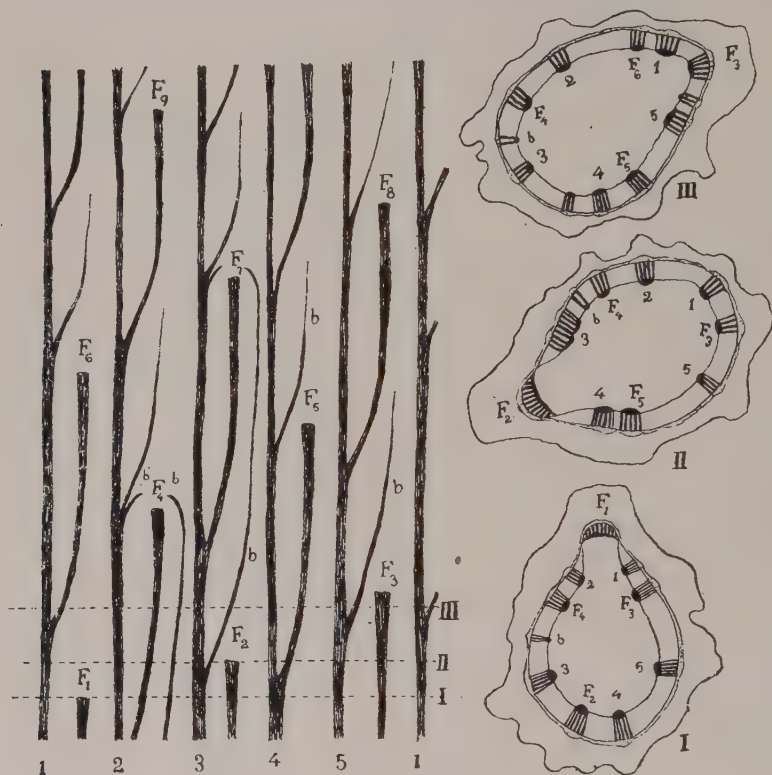


Fig. 14.

Fig. 13.

FIG. 13. — *Corispermum orientale* Lam. — I, II, III, sections transversales de la tige aux niveaux I, II, III de la figure 14. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; F₁, F₂, ...F₉, faisceaux foliaires ; b, faisceau supplémentaire se terminant en pointe libre ou passant dans le bourgeon axillaire.

FIG. 14. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Corispermum orientale*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 13.

tral. Ils s'amincissent après l'apparition des faisceaux foliaires lesquels se détachent plus tard de ces mêmes faisceaux caulinaires et se terminent bientôt en pointe libre

dans l'entre-nœud à moins qu'ils ne fournissent aux bourgeons axillaires quand ces derniers se développent à l'aisselle des feuilles.

Le parcours des faisceaux de la couronne normale du *Corispermum hyssopifolium* L. ressemble à celui de l'espèce précédente.

Agriophyllum latifolium Fisch et Mey.

La section transversale moyenne d'un entre-nœud de la tige de l'*Agriophyllum latifolium* ressemble beaucoup à celle du *Corispermum orientale*. Toutefois elle présente les particularités suivantes :

1^o Les cellules de collenchyme, situées dans les parties saillantes, ont les parois épaisses, s'allongent beaucoup dans le sens vertical et forment souvent une sorte de fuseau terminé à la façon d'une fibre.

2^o Le parenchyme cortical externe, entre les groupes de collenchyme, renferme de nombreuses mâcles en file.

3^o Le péricycle offre des fibres isolées ou groupées en arc.

4^o Le parenchyme médullaire est formé de cellules polygonales, sensiblement isodiamétriques et à parois épaisses et ponctuées.

TRIBU VII. — **Salicornieae.**

Salicornia fruticosa L.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Le *Salicornia fruticosa* est une plante vivace. La jeune tige qui présente une gaine foliaire si particulière a été étudiée au point de vue anatomique par un grand nombre d'auteurs que nous citerons plus tard lors de l'anatomie de la feuille. Ici, nous choisissons une tige âgée de deux ans et faisons une coupe transversale d'un entre-nœud (fig. 8, pl. IX) ; nous voyons que

l'épiderme et le parenchyme cortical sont complètement exfoliés par le liège, *lg*, car l'assise génératrice subérophellodermique, *ag.sp*, prend naissance dans ce parenchyme cortical interne. Elle fonctionne pendant plusieurs saisons ; nous avons observé des tiges de divers âges, ayant donné, chaque année, du liège centripète et du phelloderme centrifuge, *ph.* ; en dedans du phelloderme, est une assise de péricycle avec fibres arrondies, isolées ou réunies par deux éléments. Les cellules péricycliques internes, à parois minces, ne diffèrent des cellules libériennes secondaires surnuméraires qui parfois n'existent pas, que par leur taille relativement grande.

Le nombre des faisceaux primaires est toujours de six dans le milieu de l'entre-nœud. Entre le liber et le bois de chaque faisceau primaire, l'assise génératrice libéroligneuse ne fonctionne que de bonne heure. Elle produit un petit peu de liber et de bois secondaires par son bord externe et interne, puis elle cesse de fonctionner. Alors, dans le péricycle, le plus interne, il se forme une nouvelle assise génératrice surnuméraire pour donner naissance successivement vers l'intérieur, à des faisceaux de bois secondaire surnuméraire séparés par les fibres ligneuses secondaires surnuméraires et, vers l'extérieur, à des faisceaux de liber secondaire surnuméraire, comme il a été décrit chez de nombreuses autres espèces de Chénopodiacees par certains auteurs, notamment Morot (48), Volkens (78), Fron (28), etc. Ces fibres ligneuses se différencient des éléments d'automne, à parois fortement épaisses, *fb.ssa*, et des éléments de printemps, *fb.ssp*, à parois relativement minces, de sorte que l'on peut en compter le nombre des couches annuelles et reconnaître par là même l'âge de la tige.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. —

Le parcours des faisceaux normaux de la tige du *S. herbacea* a été étudié par M. Fron qui donne une description

et une figure de la course longitudinale de ces faisceaux. Chez le *S. fruticosa* la marche des faisceaux normaux que

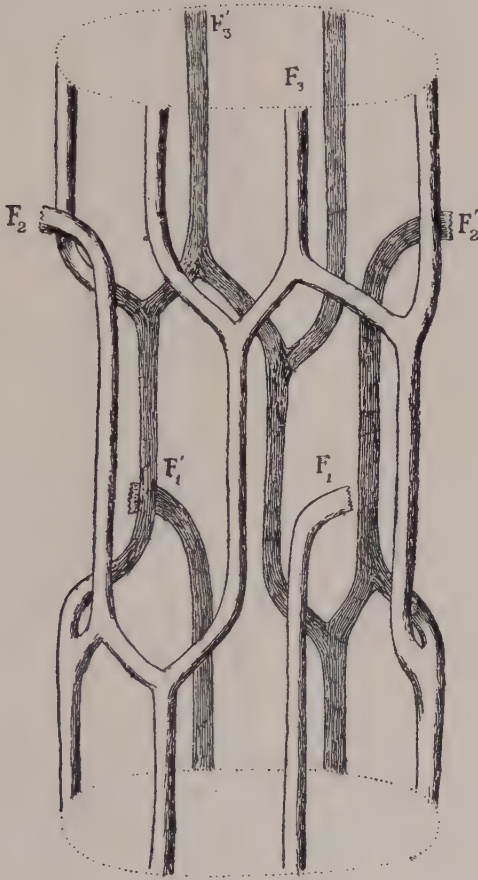


Fig. 15.

FIG. 15. — *Salicornia fruticosa* L. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige. — F_1 , F'_1 , F_2 , F'_2 , F_3 , F'_3 , trois paires de faisceaux foliaires opposés.

nous étudions est analogue et nous nous bornerons, pour cette espèce, à renvoyer pour le parcours des faisceaux normaux longitudinaux à notre schéma de la fig. 15.

Kalidium foliatum Moq.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La structure de la tige âgée du *Kalidium foliatum* ressemble à celle du *Salicornia fruticosa*. Seulement, il n'existe pas de couche subéro-

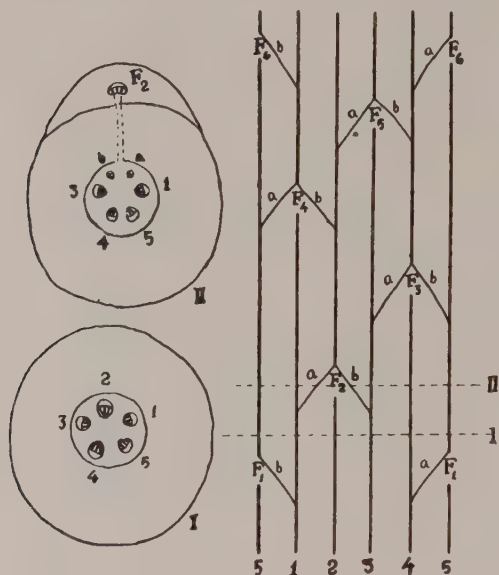


Fig. 16.

Fig. 17.

FIG. 16. — *Kalidium foliatum* Moq. — I, II, sections transversales de la tige aux niveaux I, II de la figure 17. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires et foliaire ; *a* et *b*, branches émises par les faisceaux caulinaires pour former de nouveau faisceau après la sortie du faisceau 2 dans la feuille F_2 .

FIG. 17. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Kalidium foliatum*.

phellodermique entre le parenchyme cortical et l'assise de fibres péricycliques. Dans la jeune tige, la gaine foliaire, qui a été décrite par M. Dangeard (20), enveloppe incomplètement la partie de la tige proprement dite.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. —

Dans le *Kalidium foliatum*, les feuilles y sont isolées suivant 2/5 à droite ; la marche des faisceaux normaux à la surface du cylindre central développé est montrée par les fig. 16-17, le nombre total des faisceaux est de cinq dans l'entre-nœud. Nous faisons une coupe transversale, par exemple, d'entre-nœud de la tige au-dessous de la feuille F_2 (I fig. 16 et au niveau I de la fig. 17), nous numérotons 1, 2, 3, 4 et 5, les cinq faisceaux normaux dont le numéro 2 se rendra bientôt à la feuille, F_2 . En faisant des coupes en série jusque vers le nœud de la feuille F_2 , nous voyons que les faisceaux 1 et 3 émettent du côté de cette feuille autant de branches *a* et *b* (II fig. 16 et au niveau II de la fig. 17) qui se réunissent l'une à l'autre après la sortie du faisceau 2 pour le réparer. Ce nouveau faisceau, ainsi formé, se place exactement dans le prolongement du faisceau 2 sortant et parcourt ensuite 5 entre-nœuds avant de se rendre dans la feuille superposée à la feuille 2, il émet successivement à gauche et à droite des branches *b* et *a* pour reconstituer de nouveaux faisceaux après les sorties des faisceaux 1 et 3 dans les feuilles F_4 et F_5 .

En tout cas, chaque faisceau parcourt donc en tout 5 entre-nœuds : 3 entre-nœuds comme caulinaire et 2 comme foliaire.

Il en est de même pour les autres faisceaux comme le montre la fig. 17 qui résume cette disposition.

TRIBU VIII. — **Sarcobatideae**

Sarcobatus vermiculatus Torr.

Le *Sarcobatus vermiculatus* est la seule espèce du genre. C'est un arbuste de l'Amérique du Nord, à rameaux nombreux, à feuilles alternes ou opposées.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La tige de cette plante présente de bonne heure un développement du système libéro-ligneux surnuméraire au dos des faisceaux libériens primaires. Plus tard, il y a une couche de périderme qui prend naissance de nouveau au-dessous du péricycle ; c'est donc une différence avec *Salicornia fruticosa* que nous avons décrit ci-dessus où l'assise subéro-phellodermique apparaît dans la partie externe du péricycle. Examinons-là, maintenant, à ce dernier état dans une coupe transversale d'entre-nœud et observons successivement de dehors en dedans (fig. 1, pl. X).

L'épiderme et l'écorce externe à cellules cellulosiques ou collenchymateuses sont exfoliés, mais l'écorce interne, à parois minces et subéreuses, présente deux ou trois rangs de cellules polyédriques à méats petits ou nuls.

Puis, on voit une couche de fibres péricycliques à contour polygonal, */p*, à parois épaisses, dispersées, sur une seule ligne, de manière à former un cercle très souvent interrompu.

A la face interne de cette couche de fibres péricycliques, le périderme est formé, en dehors, d'une couche de liège, *lg*, en dedans, d'une couche de phelloderme, *ph*, et entre deux, d'une assise génératrice subéro-phellodermique, *ag.sp*, qui offre une ou deux rangées de cellules. Le liège a une faible consistance mais une épaisseur considérable. L'aspect des cellules du liège est un rectangle ou un hexagone allongé dans le sens radial, à méats nuls. Le phelloderme présente le tiers de l'épaisseur du liège, il a des cellules plus ou moins polyédriques, allongées un peu dans le sens tangentiel, à parois légèrement épaisses mais cellulosiques, laissant entre elles de petits méats et contiennent beaucoup d'amidon.

La couche de phelloderme se continue immédiatement avec l'assise génératrice surnuméraire, *ag. s*, qui offre aussi une ou deux rangées de cellules, cependant sa taille est plus petite et ses parois sont plus minces que celles de l'assise génératrice subéro-phellodermique.

Les fibres ligneuses secondaires, *fb*, forment une masse dense et compacte ; leurs membranes sont extrêmement épaissies et chez les plus petites fibres, la lumière est réduite à un simple point noir. Les faisceaux libéro-ligneux sur-numéraires, $F_{lb.s}$, sont distribués parfois sans ordre dans les fibres ligneuses secondaires, leur taille est plus petite que celle des faisceaux normaux, $F_{lb.n}$, qui se trouvent dans la moelle, alternant avec les rayons médullaires.

La moelle, *m*, est formée de cellules arrondies, à parois épaissies, on y observe fréquemment des canalicules reliant deux cellules voisines. Elle contient beaucoup d'amidon, mais ce dernier ne se trouve pas dans la plante assez jeune.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Nous choisissons, comme exemple, la tige du *Sarcobatus vermiculatus* dont les feuilles sont opposées à la partie inférieure et alternes à la partie supérieure (fig. 18-19). En pratiquant des coupes transversales en série de bas en haut, nous observons d'abord une section de l'entrenœud au-dessous des feuilles opposées, F_1, F'_1 , dans laquelle il y a 8 faisceaux : 4 faisceaux caulinaires 1, 2, 3 et 4 alternes avec 4 faisceaux foliaires F_1, F'_1, F_2 et F_3 (fig. 18, I et au niveau I de la fig. 19).

En montant de cette section jusque vers le nœud des feuilles opposées, F_1, F'_1 , ces faisceaux s'étendent parallèlement sans se ramifier ni contracter d'anastomoses. Puis, les faisceaux foliaires F_1, F'_1 , sortent dans les feuilles et chaque faisceau caulinaire détache une branche *r*, destinée au bourgeon axillaire.

Plus haut, faisons une coupe transversale au-dessus du nœud (II, fig. 18 et au niveau II de la fig. 19), cette coupe nous fait voir tous les faisceaux caulinaires (1) émettant du côté des faisceaux foliaires sortants autant de branches,

1. Tous les faisceaux caulinaires 1 et 4 d'une part ; 2 et 3 de l'autre, sont souvent très rapprochés et peuvent être fusionnés en deux. Ensuite ils se divisent de nouveau, chacun en trois comme l'indique la figure 18, II.

qui s'unissent immédiatement deux à deux dont l'une (entre 2 et 3) devient le faisceau foliaire destiné à la feuille F_4 et l'autre (entre 1 et 4) est le faisceau foliaire F_5 . Tous les faisceaux disposés dans cet entre-nœud sont analogues à celui sous-jacent. Cependant, dans le nœud de la feuille,

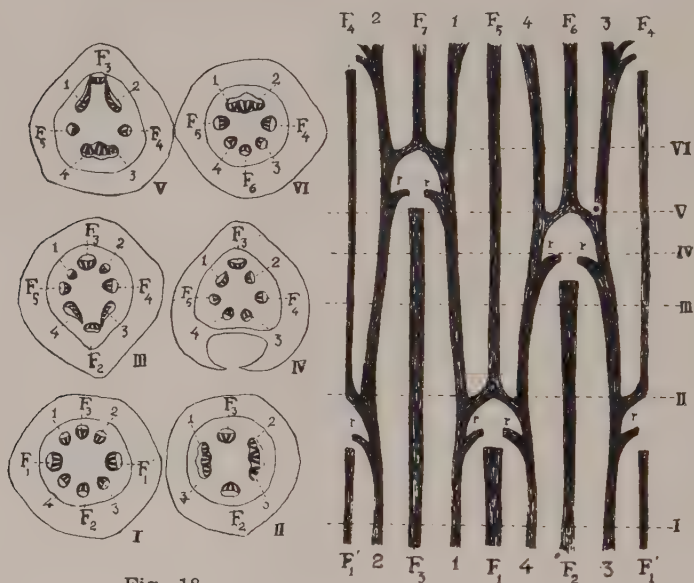


Fig. 18.

Fig. 19.

FIG. 18. — *Sarcobatus vermiculatus* Torr. — I, II, ...VI, sections transversales de la tige aux niveaux I, II, ...VI de la figure 19. — 1, 2, 3, 4, faisceaux caulinaires ; $F_1, F_1', F_2, F_3, \dots, F_6$, faisceaux foliaires.

FIG. 19. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige du *Sarcobatus vermiculatus*. — r, faisceau du rameau.

F_2 (III, fig. 18) il n'y a qu'un faisceau foliaire, F_2 , se rendant dans la feuille et, en face, le faisceau foliaire F_3 fournit dans le nœud suivant (V, fig. 18), en ce cas-là, la feuille isolée se trouve sur la tige. Plus haut encore, le parcours des faisceaux se comporte comme plus bas, mais les plans changent tantôt perpendiculaires tantôt parallèles.

TRIBU IX. — **Suædeae.**

Suaeda glauca Bge.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Une section transversale d'un entre-nœud de la tige âgée du *Suaeda glauca* offre une grande ressemblance avec celle du *Corispermum orientale*. Le collenchyme n'est pas bien caractérisé ; le parenchyme cortical a des cellules larges, laissant entre elle des méats, mais on n'y voit plus de grosses mâcles. Dans la région la plus profonde, une couche de cellules, disposée assez régulièrement caractérise l'endoderme. Également, le péri-cycle n'est pas formé de fibres, il comprend deux ou trois assises de cellules, à parois minces.

La formation secondaire surnuméraire est constituée de la même façon que celle de *Corispermum orientale*, seulement son épaisseur y est plus considérable et les fibres ligneuses ne se présentent pas nettement en rayon.

Dans les faisceaux normaux, l'assise génératrice ne donne naissance qu'à une petite quantité de bois et de liber secondaires.

Le parenchyme médullaire se compose de cellules polyédriques, à parois minces et à petits méats ; mais il est détruit chez la plante âgée où il est remplacé par une grande lacune au centre.

PARCOURS DES FAISCEAUX DE LA TIGE. — Le cycle est $\frac{2}{5}$ en montant vers la droite ; le nombre des faisceaux sortant dans la feuille est seulement d'un. Dans chaque entre-nœud, le cylindre central présente 13 faisceaux normaux dont cinq faisceaux sont caulinaires ; nous les désignons par les numéros 1, 2, 3, 4 et 5 (fig. 20) ils persistent dans le cylindre central, alternes avec les faisceaux foliaires. Selon les endroits, il existe un seul faisceau foliaire ou bien deux faisceaux caulinaires. Suivons, en particulier,

les faisceaux caulinaires 1 et 2, par exemple. Au-dessous du nœud de la feuille F_1 , il n'existe qu'un faisceau foliaire destiné à la feuille F_4 , qui se trouve entre les faisceaux cau-



Fig. 20.

FIG. 20. — *Suxda glauca* Bge. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , faisceaux foliaires ; r, faisceaux du rameau.

linaires 1 et 2. Sur le nœud de la feuille F_1 , le faisceau caulinaires 1 du côté droit détache sur son flanc droit une branche qui s'engage dans la feuille F_4 . A partir de ce niveau, il y a deux faisceaux foliaires entre les 1 et 2 sur

une longueur de 3 entre-nœuds. Puis, le faisceaux foliaire situé du côté droit passe dans la feuille F_4 , à ce moment le faisceau F_9 se ramifie en deux ou trois branches. Dans le dernier cas, le rameau axillaire se développe à l'aisselle de la feuille, c'est pourquoi la branche de droite est destinée au rameau axillaire r ; la centrale va se joindre au faisceau caulinaire 2 et celle de gauche se continue verticalement jusqu'à l'échappée à la feuille F_9 . Il en résulte qu'ici le faisceau F_9 se comporte comme caulinaire du côté gauche du faisceau foliaire F_4 pendant trois entre-nœuds au-dessous du nœud de la feuille F_4 et devient vraiment foliaire pendant cinq entre-nœuds au-dessus du nœud de la feuille F_4 , dans lesquels il marche tout seul entre les 1 et 2 jusqu'à 2 entre-nœuds ; enfin après la sortie du faisceau F_6 , le faisceau 1 émet un nouveau faisceau sur le nœud de la feuille F_6 de la même façon que sur le nœud de la feuille F_1 . Conséquemment, on sait que chaque faisceau caulinaire émet, tous les cinq entre-nœuds, une branche qui monte le long de huit entre-nœuds avant de s'échapper dans une feuille.

Bienertia cycloptera Bge.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La fig. II, pl. X montre une section transversale d'un entre-nœud de la tige jeune du *Bienertia cycloptera*.

Les cellules épidermiques et corticales n'offrent rien à noter ; elles sont semblables à celles du *Suaeda glauca*.

L'assise externe du péricycle est formée de cellules fibreuses, rectangulaires, tantôt isolées, tantôt réunies bout à bout en arcs courts.

La couronne libéro-ligneuse se compose de dix faisceaux : cinq faisceaux caulinaires alternant avec cinq faisceaux foliaires. Ils sont séparés par les rayons médullaires qui deviennent des cellules en fibres dans la formation secondaire.

Dans chaque faisceau libéro-ligneux, le liber est peu épais et le liber secondaire ne s'y distingue pas du liber primaire. Le bois primaire est représenté par des vaisseaux groupés en files radiales et cloisonnés par une ou deux assises radiales de cellules ligneuses primaires à parois minces.

Dans chaque file, les trachées les plus internes sont souvent absorbées. Le bois secondaire se compose de fibres ligneuses et de gros vaisseaux, spiralés et rayés. Ces vaisseaux sont disposés aussi en files radiales faisant suite aux files de vaisseaux primaires.

A l'extérieur de certains faisceaux du liber, l'assise interne du péricycle, devenue génératrice surnuméraire, a donné naissance à quelques couches de fibres ligneuses *fp*, par son bord interne. Dans ce cas, l'assise génératrice normale avait cessé de fonctionner dans les faisceaux.

Les cellules du parenchyme médullaire sont larges et polyédriques, à parois minces. Elles sont très courtes longitudinalement et renferment très peu de prismes ou cristaux pulvérulents.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA TIGE. — Le parcours des faisceaux normaux ressemble à celui du *Corispermum orientale*. Seulement les faisceaux supplémentaires manquent (fig. 21).

Quand on s'élève dans la tige à partir du niveau I, on voit dix faisceaux libéro-ligneux que nous numérotions 1, 2, 3, 4 et 5, qui sont les faisceaux caulinaires et F_4 , F_5 , F_6 , F_7 et F_8 qui sont les faisceaux foliaires passant au fur et à mesure dans les feuilles.

Prenons, par exemple, le faisceau foliaire F_5 qui va sortir dans la feuille ; il est élargi tangentiellement et un peu concave du côté interne. Puis ce faisceau F_5 se rend dans la feuille et le faisceau caulinaire 4, qui se trouve du côté gauche de F_5 (au niveau III de la fig. 21), ne tarde pas à détacher latéralement une branche pour remplacer

ce dernier et fournir ainsi un nouveau faisceau foliaire destiné à la feuille F_{10} directement au-dessus de F_5 .

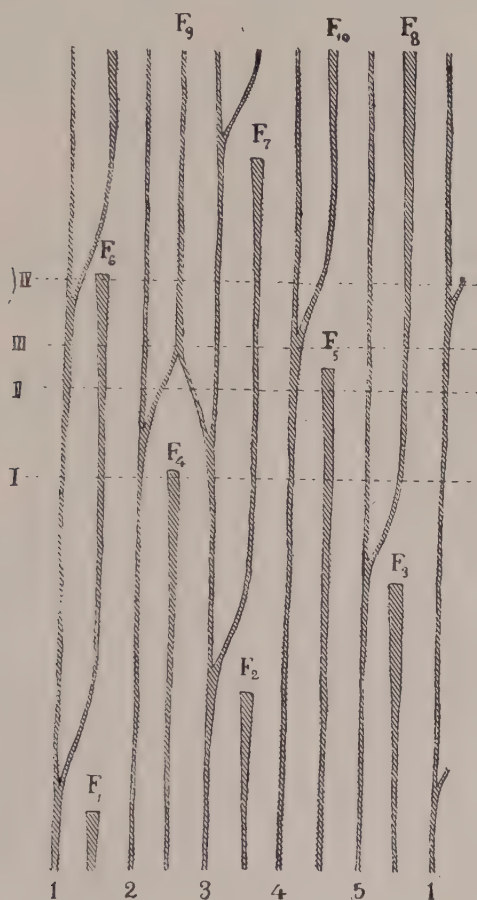


Fig. 21.

FIG. 21. — *Bienertia cycloptera* Bge. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige. — 1, 2, 3, 4, 5, faisceaux caulinaires ; F_1 , F_2 , F_3 , ... F_{10} , faisceaux foliaires.

Il en est de même pour les autres faisceaux foliaires comme le montre la fig. 21 qui résume cette disposition. Mais il y a une exception : lorsque le faisceau foliaire F_4

passé dans la feuille, les faisceaux caulinaires 2 et 3 situés de chaque côté de la feuille F_4 (au niveau II de la fig. 21) détachent latéralement chacun une branche. Ces deux branches, après avoir circulé parallèlement sur une faible longueur, se rapprochent et forment, par leur union, un nouveau faisceau foliaire F_9 . Cependant, ce cas est rare dans cette espèce.

TRIBU X. — a) **Salsoleae-Sodinae**

Salsola Kali L.

Les caractères anatomiques de la tige ont été étudiés par Brick (7), Volkens (78), Fron (28) et Chermezon (14) ; le premier en donne une figure.

Dans la tige jeune, on sait qu'entre les bandes de collenchyme sous-épidermique se trouvent des régions assimilatrices formées d'une assise palissadique et d'une assise à cellules cubiques identiques à ce qu'on rencontre dans la feuille. Le parenchyme cortical est formé de cellules plus ou moins polyédriques, à parois minces et à méats petits. Mais dans la tige âgée, ces cellules cubiques et polyédriques s'allongent beaucoup tangentiellement pour se prêter à l'expansion du cylindre central.

Le péricycle comprend un nombre variable d'assises, d'une à trois, dont les parois cellulaires ne se sclérifient jamais.

Les faisceaux libéro-ligneux primaires et les formations secondaires surnuméraires sont analogues à ceux du *Suaeda glauca*. Cependant, la disposition des faisceaux surnuméraires présente une apparence vaguement spiralee qui a été exactement signalée par Volkens et Fron.

Les cellules médullaires sont toujours polyédriques à parois minces ; certaines de ces cellules contiennent de grosses mâcles.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Les feuilles y sont isolées suivant $2/5$ en montant tantôt vers la gauche tantôt vers la droite. Le parcours des faisceaux ne diffère pas beaucoup de celui du *Bienertia cycloptera*. Ses particularités sont les suivantes :

1^o Pendant le cycle de $2/5$ en montant vers la gauche, le faisceau foliaire se détache toujours du faisceau caulinaire à droite de la feuille sous-jacente.

2^o On peut souvent voir des branches d'anastomoses obliques échangées entre les faisceaux caulinaires desquels elles se détachent en même temps que les faisceaux foliaires.

3^o Le faisceau foliaire est élargi tangentielllement et se divise en trois branches à sa sortie de la tige à la feuille.

Salsola soda L.

La structure de la tige du *Salsola soda* ne diffère nettement de celle du *S. Kali* que par l'absence de l'assise palissadique et de l'assise à cellules cubiques.

Le parcours des faisceaux normaux de la tige de cette espèce est semblable à celui du *S. Kali* ; il a été étudié par M. Fron. Seulement, cet auteur a pris l'échantillon très jeune et a fait l'anatomie de la partie inférieure de la tige où les feuilles sont opposées.

b) **Salsoleae-anabasinæ.**

Ofaiston paucifolium Roaf. (*O. monandrum* C. A. Mey).

La tige a été étudiée par M. Dangeard (21). Nous étudions simplement l'entre-nœud d'une tige de cette espèce qui nous a été donnée par le Muséum de Paris. Cet échantillon avait été récolté à Caspienne, Russie du Sud, par Vicher.

Sous l'épiderme, nous pouvons trouver une assise palis-

sadique continue ou interrompue en quelques endroits. Elle est suivie d'une assise à cellules cubiques, comme chez le *Salsola Kali* dans la tige jeune et allongées beaucoup en rectangles tangentiels dans la tige âgée. Cependant dans cette espèce, on peut voir encore de nombreux petits faisceaux orientés bois en dehors, touchant immédiatement

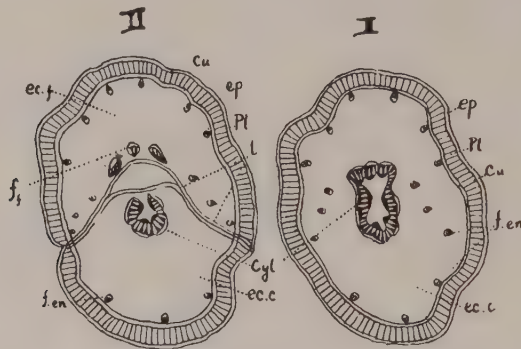


Fig. 22.

FIG. 22. — *Ofaiston paucifolium* Roof. — Sections transversales schématiques d'une jeune tige. — I, section d'un entre-nœud supérieur où la limite de l'écorce caulinaires et l'écorce foliaires n'est pas encore marquée ; II, section faite à un niveau un peu supérieur tout près du nœud foliaire. L'écorce foliaires est séparée de l'écorce caulinaires ; ep, épiderme ; pl, cellules en palissade ; cu, assise à cellules cubiques ; fen, faisceaux orientés bois en dehors ; ec.c, écorce caulinaires ; ec.f, écorce foliaires ; l, limite de l'écorce caulinaires et l'écorce foliaires, cyl, cylindre central de la tige.

à l'assise à cellules cubiques, disposition caractéristique des *Anabasinæ* (fig. 22).

Certains de ces faisceaux orientés bois en dehors sont dispersés au milieu de l'écorce, surtout à l'endroit qui limite l'écorce foliaires (l, fig. 22, II). Ces faisceaux, d'abord périphériques, pénètrent de plus en plus profondément dans le parenchyme cortical de la tige ; plus tard, quand la gaine foliaires se sépare de cette dernière, on les voit

entrer dans la base de la feuille, les uns s'anastomosent avec les faisceaux latéraux foliaires ; les autres reviennent dans leur région d'origine.

Le cylindre central comprend cinq faisceaux normaux. Tous ces faisceaux sont nettement distincts les uns des autres et reliés entre eux par le bois secondaire normal. Quand la formation secondaire prend naissance dans la zone péricyclique, les fibres ligneuses ont les parois extrêmement épaisses comme chez le *Sarcobatus vermiculatus*.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Le parcours des faisceaux normaux de la tige de l'*Ofaiston paucifolium* est absolument identique à celui du *Kalidium foliatum*. Toutefois, chaque faisceau foliaire qui va sortir du cylindre central, s'élargit rapidement dans le sens tangentiel et se divise ensuite en trois branches se rendant dans la feuille comme chez *Salsola*.

Anabasis articulata Moq.

La structure de la section transversale d'un entre-nœud du rameau jeune de l'*Anabasis articulata* est la même que dans l'*Ofaiston paucifolium*, avec quelques particularités (fig. 23 et fig. 3, pl. X) :

Les cellules épidermiques sont assez petites, légèrement bombées, à cuticule épaissie ; l'hypoderme comprend 2 à 3 assises de cellules dont les externes ont subérifié fortement leurs parois et une autre interne, en contact avec le parenchyme palissadique, à parois minces et contenant des macles presque dans chaque cellule.

Les stomates sont profondément enfoncés dans des sortes de puits de la chambre sus-stomatique (*st*, fig. 3, pl. X).

Dans le tissu incolore, à grandes cellules avec méats intercellulaires, sont répandus des réseaux libéro-ligneux qui relient les faisceaux du cylindre central aux faisceaux périphériques inverses. Ce tissu renferme de grosses mâcles

à raison d'une seule par cellule et il se termine dans la région la plus interne par une assise plus ou moins distincte de cellules aplaties tangentiellement et considérées souvent comme représentant l'épiderme supérieur de la feuille soudé à la tige.

La partie centrale, c'est-à-dire la tige proprement dite, débute par quelques assises de cellules petites et collenchy-

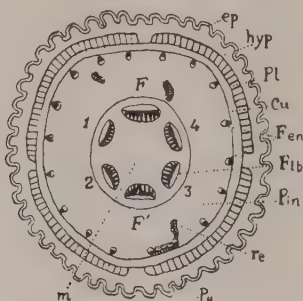


Fig. 23.

FIG. 23. — *Anabasis articulata* Moq. — Section transversale schématisée d'un entre-nœud de la jeune tige. *ep*, épiderme ; *hyp*, hypoderme ; *pl*, parenchyme en palissade ; *cu*, assises à cellules cubiques ; *F_{en}*, faisceaux orientés bois en dehors ; *ré*, réseaux libéro-ligneux ; *Pin*, parenchyme incolore ; *F_{ib}*, faisceaux libéro-ligneux normaux ; *m*, moelle ; 1, 2, 3, 4, faisceaux caulinaires ; *F*, *F'*, faisceaux foliaires ; *Pu*, puits de la chambre sus-stomatique.

mateuses et se continue par plusieurs assises de cellules minces en files radiales. Enfin, la couronne libéro-ligneuse renferme 6 faisceaux normaux dont 4 sont caulinaires (1, 2, 3, 4, fig. 23) et 2 autres sont foliaires (*F*, *F'*), les uns distincts des autres. Au centre, se trouve la moelle à cellules polyédriques, contenant des mâcles comme le tissu incolore.

Quand on fait la coupe transversale juste au-dessous d'un jeune article, on y voit deux amas de fibres, à parois fortement épaissies, qui se différencient dans le

tissu incolore exactement au dos de deux faisceaux foliaires opposés. Un peu plus tard, ces deux faisceaux foliaires sortent du cylindre central et pénètrent dans la gaine foliaire touchant directement aux amas de fibres, puis la gaine foliaire se sépare de la tige proprement dite. A ce niveau, les épidermes de la tige et de la gaine foliaire interne, poussent de nombreux poils articulés, mais ceux-ci disparaissent sensiblement dans la région éloignée de cet article.

Dès que les faisceaux foliaires ont quitté le cylindre central, les quatre faisceaux réparateurs 1, 2, 3 et 4 (fig. 23) se constituent en deux groupes. Dans chacun de ces deux groupes, les faisceaux sont toujours très rapprochés l'un de l'autre et peuvent même être fusionnés en un seul. Mais ils ne tardent pas à se diviser en trois branches. L'une, celle du milieu de chaque groupe, devient le faisceau foliaire destiné à la feuille prochaine.

En s'élevant au-dessus de l'article, les assises externes de cellules collenchymateuses de la partie centrale deviennent l'épiderme et l'hypoderme ; les assises internes de cellules minces en files radiales se différencient en parenchyme palissadique, en assise verte à cellules cubiques et en petits faisceaux à bois en dehors, d'une façon autonome semblable à celles des *Salicornia*.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DE L'ANABASIS ARTICULATA. — Le parcours des faisceaux de la tige de cette plante ressemble exactement à celui du *Salicornia fruticosa*. Toutefois, on peut souvent rencontrer les quatre faisceaux réparateurs s'unissant deux à deux avant ou après la sortie des faisceaux foliaires du cylindre central. Ils se redivisent en trois branches : les unes, celles du milieu de chaque groupe, deviennent les faisceaux foliaires destinés aux feuilles prochaines ; et les autres sont les faisceaux caulinaires poursuivant leur route comme chez *Sarcobatus vermiculatus*. Seulement la disposition de

la feuille de l'*Anabasis articulata* est régulièrement opposée.

RÉSUMÉ.

En résumé, la tige des Chénopodiacées montre les caractères suivants :

I. — Dans la région moyenne d'un entre-nœud :

1^o Sous l'épiderme, les cellules collenchymateuses sont plus ou moins différenciées ;

2^o L'écorce interne n'indique pas fréquemment une couche de cellules endodermiques nettement caractérisées ;

3^o Le péricycle externe offre des cellules en fibres isolées, rapprochées en arc ou formant un cercle unique dans la plupart des espèces et c'est assez rare qu'il n'existe pas de cellules non sclérifiées à son extérieur ;

4^o Le système libéro-ligneux normal est disposé presque toujours en un seul cercle dans le cylindre central ;

5^o L'assise génératrice libéro-ligneuse qui se trouve dans l'intérieur des faisceaux primaires conserve son activité pendant un temps très court, excepté chez les *Polycnemun arvense*, *Hablitzia tamnoïdes*, *Chenopodium Bonus-Henricus* et les genres *Kochia*, *Camphorosma* où elle fonctionne plus ou moins longtemps dans les faisceaux normaux ;

6^o La formation secondaire surnuméraire s'établit de bonne heure dans le péricycle interne sauf dans les espèces et les genres précédents où elle se différencie plus tard ; même chez *Polycnemun arvense* nous n'avons pu observer cette formation ;

7^o Dans la formation secondaire surnuméraire, les faisceaux libéro-ligneux sont distribués parfois sans ordre dans les cellules ligneuses à parois plus ou moins épaissies, excepté les genres *Kochia* et *Camphorosma* où ils se superposent régulièrement et se séparent tangentiellement par quelques assises de cellules minces à l'extérieur de son liber ;

8^o Dans certaines espèces de *Salicornieae* et *Anabasinæ*, il existe des gaines foliaires, provenant des feuilles décurrentes appliquées contre les entre-nœuds, les recouvrant, soudées par leurs bords, et ne s'isolant qu'à leur pointe. Ces gaines renferment le tissu en palissade et un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux à orientation normale (*Salicornieae*) ou à bois externe (*Anabasinæ*). Dans les *Salicornieae*, on trouve parfois des cellules spirales qui s'intercalent dans le tissu palissadique.

II. — L'étude du parcours des faisceaux normaux dans la tige montre :

1^o Les faisceaux caulinaires au nombre de 5 pour la plupart, rarement de 4 et pas du tout de 2 ;

2^o La tige n'offrant à chaque feuille qu'un seul faisceau libéro-ligneux, excepté les tribus des *Beteae*, *Chenopodeae* et *Atripleeae* où il y a plus de 3 faisceaux foliaires sortant de la tige à la feuille ;

3^o Que quand les trois faisceaux foliaires se rendent dans la feuille, ils s'écarteront plus ou moins les uns des autres dans le nœud ;

4^o Les faisceaux foliaires issus des faisceaux caulinaires séjournent presque toujours durant plusieurs entre-nœuds avant de passer dans les feuilles et rarement pendant un seul entre-nœud.

* * *

AMARANTACÉES

TRIBU I. — *Celosiae*.

Deeringia celosioides R. Br.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Une section transversale d'un entre-nœud du rameau de *Deeringia celosioides*,

ayant 3 millimètres de diamètre, nous est montrée par la fig. 4, pl. II.

Les cellules épidermiques isodiamétriques ont une membrane épaissie, à forte cuticule ; les stomates sont assez peu nombreux et légèrement enfoncés.

L'écorce débute par de gros amas de collenchyme à leurs angles plus ou moins épais ; dans les intermédiaires, se trouvent 4-5 assises de petites cellules rondes et chlorophylliennes. Puis, les cellules qui sont situées vers la partie la plus interne de l'écorce sont grandes et bien plus allongées dans le sens de la circonférence. Quelques-unes de ces dernières renferment des cristaux pulvérulents si petits et si nombreux qu'ils ont l'aspect souvent d'une tache noire.

Dans le péricycle, la couche externe est formée d'un ou deux rangs fibreux, très souvent interrompus ; la couche interne, à cellules minces, devient une assise génératrice surnuméraire. En certains endroits de cette dernière se différencient les îlots libériens. Par son bord interne, elle a produit une couche continue et forte de fibres ligneuses à parois épaissies. Ces dernières contiennent quelques vaisseaux rayés ou ponctués, à cellules plus grandes que celles des fibres localisées justement vis-à-vis des îlots libériens.

Les faisceaux normaux qui se trouvent dans la moelle sont séparés de la formation secondaire surnuméraire par quelques assises de cellules à parois minces.

Le nombre de ces faisceaux varie de 16 à 26. Les uns gros, situés relativement à l'intérieur de la moelle, sont principaux ; les autres petits, qui se détachent des gros, peuvent diminuer de nombre dans la partie supérieure de la tige jeune et sont placés souvent un peu en dehors des précédents (fig. 24).

Au centre, le parenchyme médullaire a des cellules très grandes, polygonale, à parois minces et ponctuées. Certaines cellules renferment des cristaux pulvérulents comme on en voit dans le parenchyme cortical.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DU RAMEAU. —
Le cycle de la tige du *Deeringia celosioides* est 2/5 en mon-
tant vers la gauche ou vers la droite. Le nombre des fais-

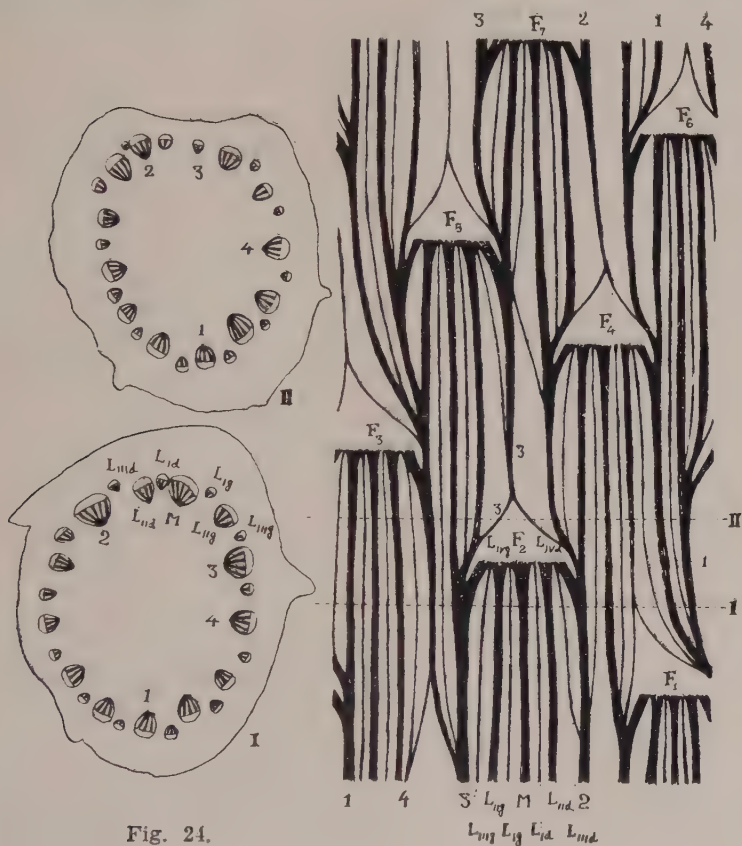


Fig. 24.

Fig. 25.

FIG. 24. — *Deeringia celosioides* R. Br. — I, II, sections trans-
versales de la tige aux niveaux I, II de la figure 25. — 1, 2, 3,
4, faisceaux caulinaires ; Lnd, Lld, Lig, M, Lng, Lng, fais-
ceaux foliaires passant dans la feuille F₂.

FIG. 25. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la
tige du *Deeringia celosioides*.

ceaux sortants du cylindre central varie de cinq à neuf ;
ils présentent l'aspect d'un fer à cheval par leur réunion
sur le nœud de la feuille.

Dans le rameau, il n'y a que quatre faisceaux réparateurs qui produisent tous les faisceaux foliaires que nous avons désignés par les numéros 1, 2, 3 et 4 (fig. 24-25). Ils sont plus gros (comme 2 et 3 au niveau I) au-dessous du nœud de la feuille F_2 et plus petits (tel que 3 au niveau II) après avoir fourni les faisceaux foliaires.

Chaque feuille reçoit du cylindre central cinq faisceaux principaux, à savoir les faisceaux foliaires destinés à la feuille F_2 : LII_g , LI_g , M , LI_d , LII_d qui séjournent au moins pendant 3 entre-nœuds après s'être détachés des faisceaux réparateurs ; les quatre autres LIV_g , $LIII_g$, $LIII_d$, et LIV_d , que l'on ne rencontre pas toujours au complet dans la partie supérieure du rameau, ils persistent durant moins de deux entre-nœuds, surtout les LIV_g , LIV_d issus respectivement des faisceaux réparateurs et sortent dans la feuille après un très court séjour dans la tige.

Chez les autres espèces de *Deeringia*, la structure du rameau ressemble beaucoup à celle de la précédente. Cependant, les gros faisceaux libéro-ligneux normaux se trouvent sensiblement placés plus à l'intérieur de la moelle que les petits faisceaux normaux qui se localisent à la périphérie de la moelle. Nous avons étudié particulièrement à ce point de vue les *D. altissima* F. Muell., *indica* Zoll., et *polysperma* Moq.

Chez le *Deeringia bacata*, le parcours des faisceaux normaux dans la tige a été étudié par Schmid (61). Cette plante, d'après l'auteur, n'est pas si compliquée que le *D. celosioides*.

Celosia cristata L.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale de la tige moyenne de *Celosia cristata* ne diffère de celle de *Deeringia celosioides* que par l'assise externe du péricycle dont les fibres isolées ou réunies deux à deux, sont rarement rapprochées par trois ou quatre.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DU *CELOSIA CRISTATA*. — Le parcours des faisceaux normaux dans la tige de cette espèce a été étudié par Wilson (83). Il y note le cycle $3/8$. Sur notre échantillon, nous ne voyons que le cycle $2/5$. Cet auteur compte 3 faisceaux dans chaque groupe foliaire. Sur ce point nous sommes d'accord avec lui et nous remarquons que la course longitudinale des faisceaux normaux ressemble extrêmement à celle du *Roubieva multifida* des Chénopodiacées. Or, chez le *Celosia cristata*, pendant que 3 faisceaux foliaires vont quitter le cylindre central, deux faisceaux caulinaires situés l'un à droite et l'autre à gauche, émettent souvent de nouveau une branche qui se jette dans les deux faisceaux foliaires latéraux, et ces derniers, ainsi renforcés, constituent les faisceaux latéraux plus développés dans le pétiole que le faisceau médian que nous figurerons plus loin dans l'anatomie de la feuille. Cette manière de renforcement est tout à fait analogue à celle des L_{ivg} , L_{ivd} chez le *Deeringia celosioides*.

TRIBU II. — a) **Amaranteae-amarantinae**

Bosea yerva-mora L.

La structure de la tige du *Bosea yerva-mora* a été étudiée par Houlbert (39) et Gheorghieff (32). Ce dernier auteur a donné quelques figures.

Si nous faisons une coupe transversale d'un entre-nœud du rameau âgé de deux ou trois ans, nous voyons un cylindre central tout à fait particulier, dans lequel la formation secondaire surnuméraire ressemble un peu à celle du *Kochia trichophylla*.

Les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires sont elliptiques ou oblongs (F_{lb-s} , pl. X, fig. 5). Ils se séparent, non seulement latéralement des faisceaux voisins par le rayon secondaire comptant 2 ou 3 assises de cellules poly-

gonales, allongées en sens radial, à parois faiblement épaissies, ponctuées et laissant entre elles des petits méats, mais encore tangentielllement par une couche de cellules possédant la même structure que celle des cellules des rayons médullaires, sauf qu'elles s'allongent en sens tangentiel et délimitent des faisceaux situés à l'intérieur et à l'extérieur. Par conséquent, tous les faisceaux surnuméraires sont nettement isolés les uns des autres et rangés concentriquement d'une manière régulière.

Chaque faisceau surnuméraire est formé de liber peu développé et de bois allongé considérablement en sens radial. Ce dernier se compose de vaisseaux rayés et ponctués et de cellules ligneuses, à parois relativement épaisses, à taille plus petite que celle des éléments des rayons secondaires, mais elles sont dépourvues de ponctuations sur leurs parois et sans méats entre elles.

Les faisceaux libéro-ligneux normaux situés sur la zone périmédullaire sont régulièrement elliptiques ($F_{lb.n}$, fig. 5, pl. X). Leur nombre est variable.

Le bois primaire se compose de trachées plus ou moins isolées dans les cellules ligneuses à parois minces. Le bois secondaire est formé de vaisseaux et de cellules ligneuses à parois épaisses comme celles surnuméraires. Parmi les vaisseaux secondaires, les uns sont spiralés, les autres rayés.

Le liber est assez développé, mais il est impossible de distinguer la limite des éléments primaires et des éléments secondaires.

Le péricycle externe comprend des massifs de fibres alternant avec l'assise de cellules parenchymateuses allongées dans le sens de la circonférence; le péricycle interne a donné naissance en se cloisonnant à un méristème comme chez les autres espèces de Chénopodiacées et d'Amarantacées.

L'écorce et la moelle n'offrent rien de spécial à noter; elles sont tout à fait semblables à celles de *Deeringia celosioïdes*.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DU BOSEA YERVA-MORA. — L'échantillon choisi était un jeune rameau bien développé, comprenant 12 entre-nœuds.

Le cycle du rameau est $2/5$ en montant vers la droite (fig. 26). Le nombre total des faisceaux trouvés dans le rameau étudié variait de 20 à 28, car il y a des anastomoses obliques échangées, i , entre les faisceaux, ça et là, et irrégulièrement, de même que certains gros faisceaux se bifurquent très souvent à la partie inférieure du rameau et se soudent ensuite un peu plus haut en montant.

Le nombre des faisceaux sortant dans la feuille est ordinairement 5, mais fréquemment on n'en trouve que 3 dans la région supérieure du rameau. Dans ce dernier cas, les deux faisceaux foliaires latéraux se bifurquent immédiatement pendant leur sortie du cylindre central, c'est pourquoi dans la base du pétiole, on trouve constamment 5 faisceaux disposés en arc.

Au-dessus de chaque nœud, deux faisceaux, situés l'un à droite et l'autre à gauche des faisceaux foliaires qui viennent de sortir à la feuille, sont peu développés ; le liber y est toujours présent, mais les vaisseaux y sont exceptionnels. Ces deux faisceaux se rapprochent et forment, par leur union, un peu plus haut, un nouveau faisceau qui se dirige progressivement vers la droite et devient un faisceau réparateur sur le nœud de la feuille superposée à la première.

Chaque faisceau foliaire médian se détache du faisceau réparateur et parcourt dans le rameau tantôt 8 entre-nœuds comme F_9 , F_{10} et F_{11} , tantôt 6 entre-nœuds comme F_6 et F_8 , avant de se rendre dans la feuille. Quant aux faisceaux foliaires latéraux, ils se détachent soit des faisceaux réparateurs, soit des faisceaux foliaires médians ou bien, bifurqués eux-mêmes, ils séjournent plus ou moins longtemps d'une façon variable avant de sortir à la feuille.

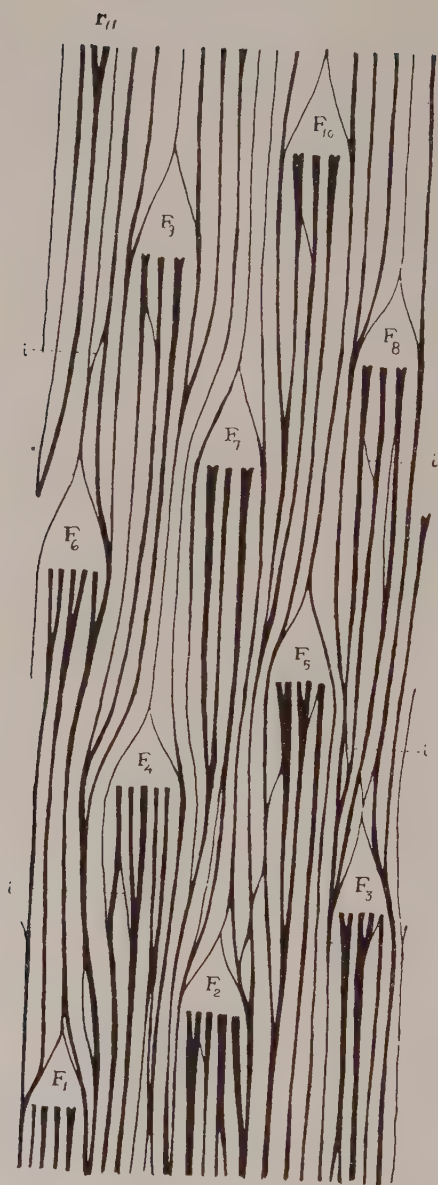


Fig. 26.

FIG. 26. — *Bosa yerva-mora* L. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige. — $F_1, F_2, F_3, \dots, F_{11}$, faisceaux foliaires passant dans les feuilles $F_1, F_2, F_3, \dots, F_{11}$; i , faisceaux des anastomoses obliques échangées.

Amarantus blitoides S. Wats.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale moyenne d'un entre-nœud d'*Amarantus blitoides* ressemble à celle du *Bosea yerva-mora*. Les particularités que présente cette section sont les suivantes.

Les cellules épidermiques et corticales s'allongent beaucoup en sens tangentiel pour se prêter à l'expansion du cylindre central. Dans certains endroits collenchymateux, leurs cellules s'étendent également en même direction comme les précédentes.

Le péricycle ne présente pas de fibres.

La formation secondaire surnuméraire offre des faisceaux libéro-ligneux séparés par des rayons médullaires, on y observe aussi des bandes tangentielles comme celles que nous venons de décrire chez le *Bosea yerva-mora*. Mais ces faisceaux se disposent sans ordre et ils sont très souvent engrenés les uns dans les autres par leurs deux extrémités radiales.

Les faisceaux normaux se trouvent dans le parenchyme médullaire disposés en plusieurs cercles ; les uns, relativement petits, se trouvent sur la moelle périphérique, les autres, gros, pénètrent plus ou moins au centre.

Certaines des cellules corticales et médullaires sont remplies de petits cristaux de forme tétraédrique qui sont, dans la plupart des cellules, si petits et si nombreux qu'ils ressemblent à une tache noire.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Le cycle de la tige de l'*Amarantus blitoides* est $2/5$ en montant vers la gauche ; les faisceaux foliaires sortant du cylindre central à la feuille sont au nombre de trois (fig. 27-28). Dans chaque entre-nœud, le nombre total des faisceaux normaux présents est en moyenne de 16 : 3 faisceaux caulinaires, situés ordinairement vers l'intérieur de la moelle, que nous avons marqués R_1 , R_2 , R_3 , R'_1 , R'_2 , R'_3 ... etc.

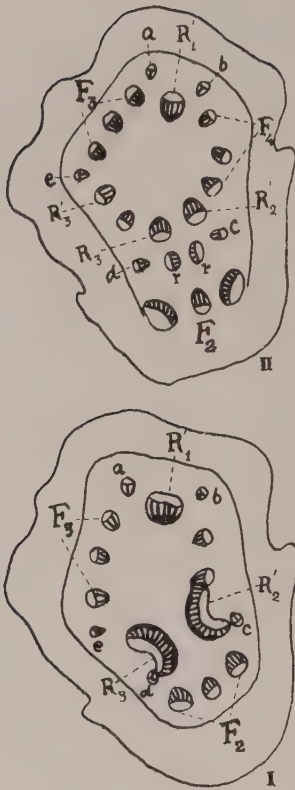


Fig. 27.

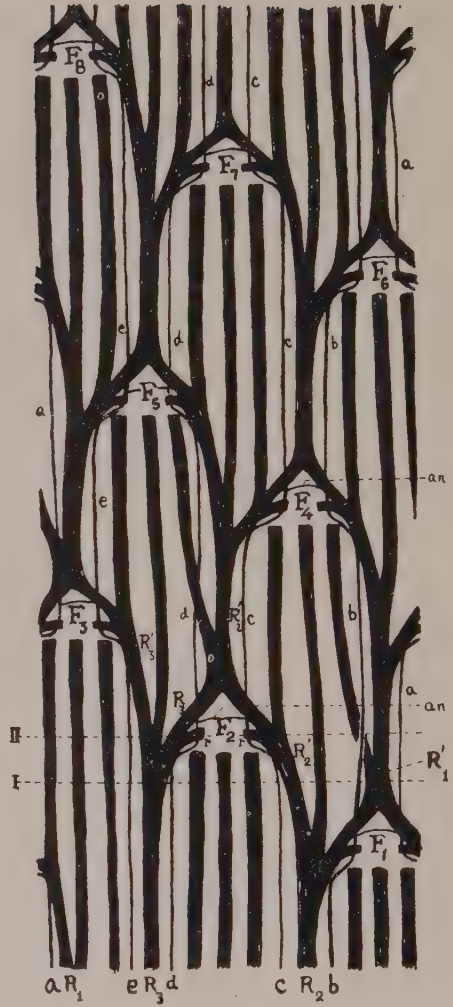


Fig. 28.

FIG. 27. — *Amarantus blitoides* S. Wats. — I, II, sections transversales de la tige aux niveaux I, II de la figure 28. — R_1' , R_2' , R_3 , R_3' , etc., faisceaux caulinaires; F_2 , F_3 , F_4 , faisceaux foliaires passant successivement dans les feuilles F_2 , F_3 , F_4 ; a , b , c , d , e , faisceaux périphériques; r , faisceau du rameau.

FIG. 28. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige d'*Amarantus blitoides*. — Trois faisceaux caulinaires changent les lettres R_1 , R_2 , R_3 , R_1' , R_2' , R_3' etc. selon les divers niveaux.

en divers entre-nœuds ; 8 faisceaux foliaires faisant 3 groupes alternes avec les faisceaux caulinaires et 5 petits faisceaux *a*, *b*, *c*, *d* et *e*, placés à l'extérieur par rapport aux précédents et confondus plus ou moins avec les faisceaux surnuméraires lesquels prennent de bonne heure naissance dans l'assise intérieure du péricycle.

A chaque nœud, deux faisceaux caulinaires qui se trouvent l'un du côté droit et l'autre du côté gauche des faisceaux foliaires sortant se divisent chacun en 3 ou 4 branches : les unes destinées à former les faisceaux foliaires suivants et les faisceaux du rameau axillaire s'il s'est développé à l'aisselle de la feuille ; les autres, en se réunissant l'une à l'autre, reconstituent de nouveaux faisceaux caulinaires au-dessus des faisceaux foliaires sortants.

Faisons, par exemple, une coupe transversale à l'inférieur du nœud de la feuille F_2 (I, fig. 27 et au niveau I de la fig. 28). Cette coupe nous montre deux faisceaux caulinaires R'_2 et R_3 qui, situés de part et d'autre des trois faisceaux foliaires F_2 , sont très élargis demi-circulairement à concavité tournée vers l'extérieur et l'autre R'_1 étant également agrandi, mais tangentiellement. Deux petits faisceaux *c* et *d*, s'approchent des R'_2 et R_3 , puis ils s'unissent avec ces derniers.

En coupant successivement sur le nœud de la feuille F_2 (II, fig. 27 et au niveau II de la fig. 28), on voit que les *c* et *d* se sont détachés de nouveau des R'_2 et R_3 . Ces *c* et *d* se divisent souvent encore une fois en deux branches, dans ce cas, les unes, localisées près de deux faisceaux foliaires latéraux, se joignent à ceux-ci pour les renforcer (au-dessus du niveau I de la fig. 28) ; les autres suivent verticalement et font une anastomose transversale entre elles par un réseau, *an*, (fig. 28) au-dessus des faisceaux du rameau, *rr*, sortant du cylindre central de la tige. A ce moment, le R'_2 se divise en trois branches : l'une, celle de droite se rend à la feuille F_4 et y forme le faisceau latéral à gauche ; l'autre, celle de gauche, *r*, sort dans le rameau

axillaire qui s'est développé à l'aisselle de la feuille et la troisième, placée au milieu, que nous désignons encore par le R'_2 , va s'unir avec R_3 en constituant de nouveau un faisceau caulinaire, superposé exactement au-dessus des faisceaux foliaires sortants F_2 . En même temps, le R_3 se divise en quatre branches, de droite à gauche, qui sont : le faisceau du rameau r ; le R_3 qui rejoindra R'_2 ; le faisceau foliaire médian de F_5 et le R'_3 destiné à devenir le faisceau caulinaire à droite de la feuille F_3 . Quant au R'_1 , à ce niveau, il a déjà émis une branche sur son flanc gauche pour fournir un faisceau foliaire à droite de la feuille F_4 .

Dans les autres nœuds, la modification des faisceaux ressemble beaucoup à celle des faisceaux précédents. Cependant, le faisceau foliaire latéral à droite se détache souvent plus tôt du faisceau caulinaire qui occupe le côté gauche des faisceaux foliaires sortants, tels que F_7 et F_8 , avant qu'il s'anastomose avec l'autre faisceau caulinaire, situé du côté droit des mêmes faisceaux foliaires sortants. Par conséquent, le faisceau foliaire latéral à droite séjourne tantôt 2 entre-nœuds, tantôt 3 entre-nœuds dans le cylindre central avant de passer dans une feuille.

Au point de vue de chaque faisceau foliaire médian et de chaque faisceau foliaire à gauche, nous voyons que le premier persiste toujours pendant trois entre-nœuds et que le dernier ne parcourt régulièrement que deux entre-nœuds dans la tige avant de se rendre dans une feuille.

Enfin, nous constatons que les faisceaux normaux en parcourant la tige d'*A. blitoides* sont évidemment ondulés, car ils s'éloignent ou se rapprochent alternativement de l'axe de celle-ci.

Chez les autres espèces de l'*Amarantus*, les caractères anatomiques et le parcours des faisceaux normaux dans la tige ne diffèrent pas beaucoup de ceux de l'*Amarantus blitoides*. Nous avons étudié particulièrement à ce point de vue les *A. caudatus*, *albus*, *spinosus*. Toutefois, le parcours des faisceaux normaux dans la tige d'*A. caudatus* est plus

irrégulier que celui de l'*A. blitoides*. Gravier [33] l'a étudié en détail sur l'insertion de la feuille à la tige. Ensuite, Wilson (83) a publié le parcours des faisceaux chez d'autres *Amarantus* tels que *hybridus*, *retroflexus*, *gangesicus*, et *Torreyi*, tous ressemblent à celui d'*A. caudatus*.

b) **Amaranteae-Achyranthinae.**

Achyranthes aspera Linn

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale d'un entre-nœud de la tige développée de l'*Achyranthes aspera* est montrée par la fig. 2, pl. XI.

Elle représente à peu près un carré. L'épiderme consiste en cellules à parois légèrement épaissies du côté externe et couvertes d'une cuticule mince ; il porte des poils tricellulaires terminés en pointe.

En dedans de l'épiderme, se trouve un tissu de 2 à 3 rangs de cellules collenchymateuses, interrompues en quelques endroits et remplacées par des cellules chlorophylliennes. L'écorce de l'intérieur du collenchyme, présente en général 3 ou 4 assises de cellules allongées tangentielllement dont certaines contiennent de petits cristaux triangulaires ou polyangulaires en grande abondance. L'assise plus profonde est disposée avec une certaine régularité, c'est l'endoderme.

Le cylindre central comprend moyennement 18 faisceaux libéro-ligneux sur la partie supérieure de cette tige développée (1). Ces 18 faisceaux libéro-ligneux se disposent régulièrement dans l'entre-nœud que nous figurons schématiquement plus loin (I, fig. 29) : deux fais-

1. On en trouve 14 dans la région inférieure de la plante où les feuilles ne reçoivent que 3 faisceaux foliaires de la tige ou plus de 18 dans la partie de la tige bien développée, dans ce cas, il est possible que 7 faisceaux foliaires entrent dans chaque feuille.

ceaux caulinaires R_1 , R'_1 , plus grands, situés au milieu du parenchyme médullaire séparés seulement par quelques assises des cellules ; dix faisceaux foliaires 1, 2, 2, 3... 10, plus éloignés et placés en deux groupes de 5, de chaque côté des deux faisceaux caulinaires et six faisceaux de rameaux axillaires, r_1 , r_2 et r_3 d'une part et r_4 , r_5 et r_6 d'autre part, en dehors des deux R_1 , R'_1 .

Les faisceaux foliaires et les faisceaux de rameaux sont enveloppés par le parenchyme ligneux de la formation surnuméraire à parois épaisses. Dans ce dernier, des faisceaux libéro-ligneux surnuméraires se produisent surtout à l'extérieur ou contre les parties latérales des faisceaux foliaires et des faisceaux des rameaux (fig. 2, pl. XI).

Le péricyle externe en certains endroits disposés justement en face de chaque faisceau normal, se sclérifie en fibres et constitue des groupes en arc ; le péricycle interne se divise considérablement et devient la zone génératrice qui donne naissance à une quantité de bois secondaire surnuméraire dont il a été question plus haut. Dans cette zone, nous voyons quelques libers à peine différenciés à la face externe des vaisseaux surnuméraires.

Dans les faisceaux caulinaires, le bois primaire est formé de quelques trachées dispersées dans un massif de cellules ligneuses, à parois minces. Une de ces trachées, située plus profondément, se montre en voie de résorption (fig. 2, pl. XI).

Le bois secondaire est constitué par des vaisseaux spiralo-rayés et des vaisseaux rayés séparés les uns des autres par des cellules ligneuses secondaires à parois minces. Toutefois, ces dernières se lignifient en petite quantité dans la région la plus éloignée du bois primaire.

Le liber primaire est assez développé, il renferme de nombreux tubes criblés. Le liber secondaire est aussi considérable, mais renferme presque toutes les cellules libériennes en files radiales sans qu'il y ait le plus souvent formation de véritables tubes criblés.

Les bois primaire et secondaire des faisceaux foliaires ou des faisceaux de rameaux présentent des vaisseaux ayant les mêmes caractères que ceux des faisceaux caulinaires. Cependant, ici les cellules ligneuses secondaires sont toujours à parois épaisses entièrement. Quant aux liber primaire et secondaire ils sont tout à fait analogues à ceux primaire et secondaire des faisceaux caulinaires.

Au centre, la moelle offre de grandes cellules polygonales à parois minces et à méats très petits ou nuls. Quelques-unes de ces cellules contiennent de nombreux cristaux semblables exactement à ceux de la couche corticale.

Dans la tige très âgée, la formation secondaire surnuméraire est bien développée; en dehors des faisceaux libéro-ligneux normaux sont placées plusieurs couches de faisceaux surnuméraires (fig. 1, pl. XI) disposées en files radiales séparées les unes des autres par des larges rayons surnuméraires à cellules lignifiées. Dans chaque file radiale des faisceaux surnuméraires, toutes les couches se séparent tangentiellement par quelques assises de cellules non sclérifiées. Ces dernières forment des arcs plus ou moins étendus coupant les rayons médullaires et reliant entre elles deux ou plusieurs couches de ces cellules non sclérifiées.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DE L'ACHYRANTHES ASPERA.— La figure 30 donne approximativement la marche des faisceaux de la tige de l'*Achyranthes aspera* où les feuilles sont régulièrement opposées et le nombre des faisceaux sortants dans la feuille est de 5.

Dans chaque entre-nœud il y a toujours 18 faisceaux que nous avons nommés tout à l'heure. Ces 18 faisceaux libéro-ligneux parcourent parallèlement, sans aucune modification, presque toute la longueur de l'entre-nœud, mais ils se ramifient et s'anastomosent brusquement tout près au-dessous et au-dessus de chaque nœud.

Maintenant si nous faisons, au début, une coupe trans-

versale au-dessous d'un nœud des feuilles, cette coupe nous fait voir (I, fig. 29) 18 faisceaux disposés encore comme dans l'entre-nœud. Au fur et à mesure que nous coupons successivement en montant dans le nœud, nous voyons que les deux faisceaux caulinaires R_1 , R'_1 sont de plus en plus élargis et les r_2 , r_5 , tout d'abord, se divisent chacun en deux (II, fig. 29) qui s'écartent l'un de l'autre en se rapprochant des faisceaux r_1 , r_3 , r_4 et r_6 et se mettent en ligne avec les R_1 , R'_1 de la moelle. Puis ces R_1 , R'_1 se divisent chacun en trois branches (III, fig. 29) : les deux médianes numérotées 3' et 8', destinées à devenir les faisceaux foliaires médians qui se rendent dans les feuilles suivantes ; les quatre latérales α_1 , α'_1 , β_1 et β'_1 sont les faisceaux réparateurs, émettant successivement du côté des faisceaux foliaires 3' et 8' autant de branches 2', 4', 7' et 9' qui fournissent les faisceaux foliaires latéraux. Et les r_2 , r'_2 , r_5 , r'_5 , se joignent aux r_1 , r_3 , r_4 et r_6 pour constituer les faisceaux de rameaux (IV, fig. 29).

En ce qui concerne les faisceaux foliaires 1, 2, 3, 4 et 5 d'une part et 6, 7, 8, 9 et 10 de l'autre, ils sont de plus en plus élargis tangentiellement vers leur sortie du cylindre central et se rapprochent les uns des autres ; le plus souvent, ils s'unissent ensemble pour former une bande (IV fig. 29).

Plus haut encore, dans une coupe transversale pratiquée à l'insertion des feuilles à la tige où (V, fig. 29) les bandes de faisceaux foliaires se divisent de nouveau en 5 faisceaux, nombre initial, en sortant du cylindre central de la tige au pétiole de la feuille ; les 10 nouveaux faisceaux foliaires, constitués par les deux groupes placés face à face, sont bien achevés ; les α_1 , α'_1 , β_1 et β'_1 sont en train de tourner d'un angle de 90° pour venir se placer à l'intérieur des faisceaux foliaires sortants et ils jetteront du côté des rameaux autant de branches qui s'uniront deux à deux en formant les faisceaux r'_2 et r'_5 . A ce moment-là, les 1', 5', 6' et 10' ramifieront encore une fois autant de branches r'_1 ,

r'_3 , r'_4 et r'_6 (VI, fig. 29) qui établissent les faisceaux des rameaux suivants avec les r'_2 et r'_5 .

Enfin, les α_1 et β'_1 d'une part, et les α'_1 et β_1 de l'autre, finissent par se réunir deux à deux en constituant les faisceaux caulinaires R_2 et R'_2 ; c'est la disposition des faisceaux qui est représentée dans l'entre-nœud suivant, mais toutefois dans le plan perpendiculaire.

Dans le nœud suivant, les faisceaux foliaires sortant aux feuilles et les faisceaux R_2 et R'_2 reconstituent de nouveaux faisceaux foliaires de la même manière que dans le nœud précédent.

TRIBU III. — **Gomphreneae**

Telanthera versicolor Regel.

(*Alternanthera versicolor* Hort. ex Regel).

La formation secondaire surnuméraire dans la tige du *Telanthera versicolor* se produit très tardivement à l'extérieur des faisceaux normaux. Si nous voulons l'observer, il nous faut choisir un échantillon plus âgé sur la partie inférieure de la tige.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La section transversale d'un entre-nœud de la tige déjà très âgée présente une forme ronde. Sur l'épiderme, les poils ont disparu. Quoique l'élément de l'écorce n'offre rien de spécial à noter, son épaisseur est sensiblement plus grande que chez les autres espèces des Amarantacées que nous avons étudiées jusqu'ici.

À l'intérieur de l'écorce, les fibres péricycliques, tantôt isolées, tantôt groupées en plusieurs éléments se placent en séries circulaires.

La formation secondaire surnuméraire se différencie à l'extérieur des faisceaux normaux, son bois ne touche pas directement le dos du liber primaire, dont-il demeure sé-

paré par quelques assises de cellules à parois minces. De même, toutes les couches concentriques des faisceaux secondaires surnuméraires, se séparent nettement par quelques assises à cellules minces qui peuvent s'étendre beaucoup en sens tangentiel et croiser perpendiculairement en certains endroits 2 ou 3 assises de rayons à cellules également minces.

Dans tous les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires, les vaisseaux sont en chaînes radiales, mais leur calibre est relativement petit.

Le cylindre central se compose de 12 faisceaux libéro-ligneux normaux sur une circonférence, ce sont : deux faisceaux caulinaires R_1 , R'_1 , les plus forts ; six faisceaux foliaires 1, 2, 3, ... 6 et quatre autres destinés aux rameaux r_1 , r_2 , r_3 et r_4 (I, fig. 31).

Dans les parenchymes cortical et médullaire, certaines cellules sont remplies soit d'une grosse mâcle soit de petits cristaux triangulaires aussi nombreux que chez l'*Achyranthes aspera*.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DU TELANTHERA VERSICOLOR. — Dans cette espèce, les feuilles sont également opposées ; le nombre des faisceaux sortant à la feuille est de trois. Le parcours des faisceaux normaux de la tige est semblable à celui de l'*Achyranthes aspera*. Seulement ici, les deux faisceaux r , r , qui se placent justement à l'extérieur des faisceaux R_1 , R'_1 , sont absents et trois faisceaux foliaires, alternes avec les R_1 , R'_1 , marchent régulièrement comme dans la partie inférieure de la tige du précédent.

Les faisceaux se ramifient et s'anastomosent aussi tout près du nœud. Quelquefois, ce n'est qu'accidentellement que l'on voit un ou deux des faisceaux r_1 , r_2 , r_3 , r_4 se joindre de bonne heure, dans l'entre-nœud, aux faisceaux R_1 ou R'_1 . En ce cas-là, nous n'y voyons plus que 12 faisceaux.

Maintenant, si l'on examine une coupe transversale faite au-dessous d'un nœud de la tige moyenne, on observe encore les 12 faisceaux libéro-ligneux normaux disposés

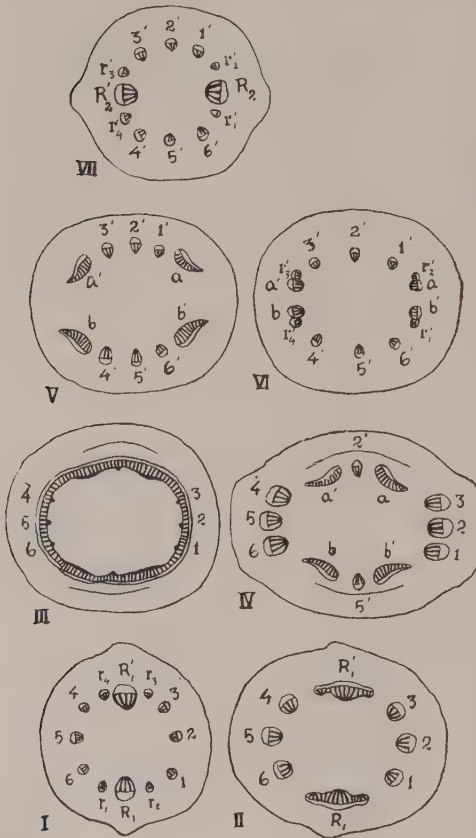


Fig. 31.

FIG. 31. — *Telanthera versicolor* Regel. — I, II, III, ...VII, sections transversales de la tige aux niveaux I, II, III, ...VII de la figure 32.

FIG. 32. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige de *Telanthera versicolor*.

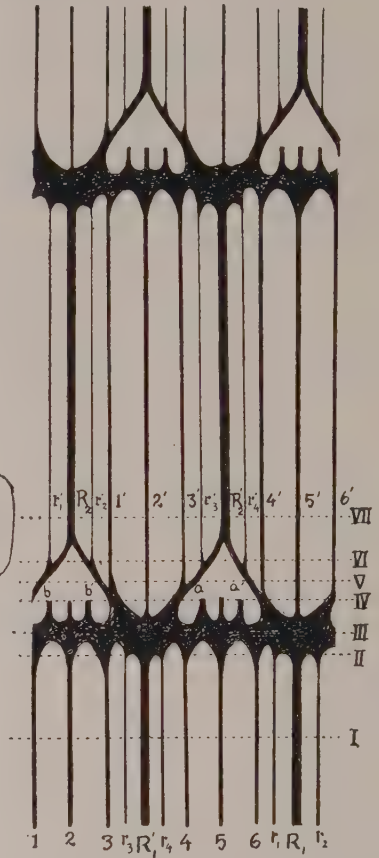


Fig. 32.

symétriquement (I, fig. 31). Une série de coupes, pratiquée vers l'insertion de la feuille sur la tige, montre tout d'abord les r_1 et r_2 se jetant dans le R_1 et, de même, les r_3 et r_4

dans le R_1' (II, fig. 31). Puis, tous les faisceaux continuent à s'étendre tangentiellement et finissent par se souder latéralement de manière à former un anneau (III, fig. 31), parfois, ce dernier peut être séparé en certains endroits par des rayons étroits. Enfin, les six faisceaux foliaires 1, 2 et 3 d'une part, et 4, 5 et 6 de l'autre, sortent de cet anneau aux deux feuilles opposées et se séparent de nouveau au nombre initial de 3 en pénétrant dans chacune (IV, fig. 31). Quant aux r_1 , r_2 , r_3 et r_4 , ils se distribuent aux rameaux axillaires lorsque ceux-ci naissent à l'aisselle des feuilles.

A partir de ce niveau, les faisceaux réparateurs vont se ramifier et s'anastomoser pour reconstituer les faisceaux suivants au-dessus de la feuille de la même façon que chez l'*Achyranthes aspera*.

Gomphrena globosa L.

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — La structure d'un entrenœud de la tige du *Gomphrena globosa* est analogue à celle du *Telanthera versicolor*. Seulement la formation secondaire surnuméraire se trouve directement au contact du liber primaire du côté externe.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE DU GOMPHRENA GLOBOSA. — Le parcours des faisceaux normaux de la tige du *Gomphrena globosa* diffère un peu de celui du *Telanthera versicolor*. Dans chaque entrenœud, bien que la couronne libéro-ligneuse normale renferme 12 faisceaux, ils se modifient sur le nœud mais d'une façon différente de celle observée chez le *Telanthera versicolor*. Surtout chez le *Gomphrena globosa*, il y a 4 faisceaux caulinaires que nous désignerons par les numéros 1, 2, 3 et 4 (III, fig. 33) qui ne s'unissent jamais deux à deux, ils n'émettent du côté des faisceaux foliaires sortants que 4 branches qui s'anastomosent deux à deux, tels que f''_2

et f''_5 pour remplacer les faisceaux médians sortants.

Nous avons eu soin de faire des coupes dans l'insertion des feuilles sur la tige (I, fig. 33 et au niveau I de la fig. 34), nous voyons maintenant la paire des faisceaux fo-

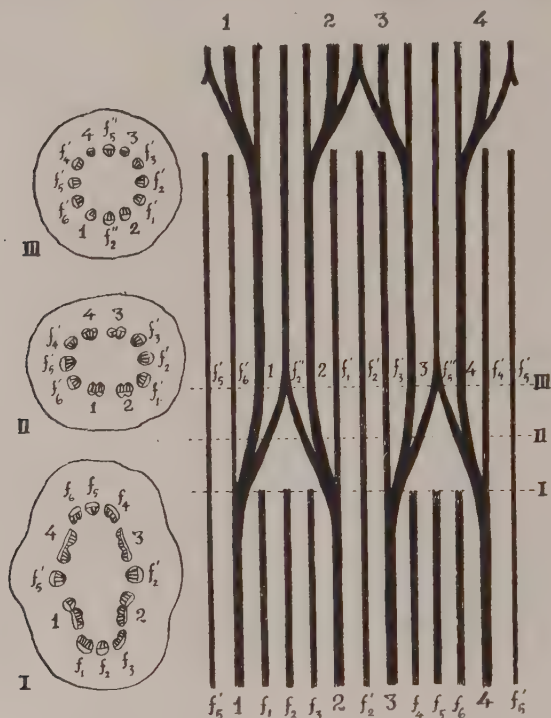


Fig. 33.

Fig. 34.

FIG. 33. — *Gomphrena globosa* L. — I, II, III, sections transversales de la tige aux niveaux I, II, III de la figure 34. — 1, 2, 3, 4, faisceaux caulinaires ; $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f'_1, f'_2, f'_3, f'_4, f'_5, f'_6$, faisceaux foliaires.

FIG. 34. — Course longitudinale des faisceaux normaux dans la tige de *Gomphrena globosa*. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure 33.

liaires f_1, f_2, f_3 et f_4, f_5, f_6 , l'une vis-à-vis de l'autre, être en train de sortir de la tige, les quatre faisceaux caulinaires étendus beaucoup en sens tangentiel et enfin deux faisceaux foliaires médians f'_2, f'_5 étant établis.

En montant un peu plus haut, les 6 faisceaux $f_1/f_2/f_3$ et $f_4/f_5/f_6$ se rendent dans les deux feuilles, les 4 faisceaux 1, 2, 3 et 4 se rapprochent par paires peu à peu et émettent latéralement, des côtés f'_2 et f'_5 , les faisceaux foliaires latéraux f'_1, f'_3, f'_4 et f'_6 (II, fig. 33 et au niveau II de la fig. 34). Tous ces 6 faisceaux $f'_1 f'_2 f'_3$ et $f'_4 f'_5 f'_6$ passeront dans les deux feuilles suivantes placées perpendiculairement aux dernières feuilles.

Encore un peu plus haut, chacun des 4 faisceaux caulinaires émet de nouveau vers le côté opposé, c'est-à-dire vers le côté des faisceaux sortants, une nouvelle branche. Ces quatre branches se réunissent deux à deux et y constituent les faisceaux foliaires médians f''_2 et f''_5 (III, fig. 33 et au niveau III de la fig. 34), que nous avons mentionnés tout à l'heure, et qui fournissent aux feuilles superposées aux précédentes.

En tout cas, dans cette espèce, les faisceaux foliaires médians détachés des faisceaux caulinaires séjournent pendant 2 entre-nœuds, puis s'échappent dans les feuilles. Quant aux faisceaux foliaires latéraux, ils ne persistent que dans l'espace d'un entre-nœud comme chez l'*Achyranthes aspera* et chez le *Telanthera versicolor*.

Iresine Herbstii Hook

CARACTÈRES ANATOMIQUES. — Une section transversale d'un entre-nœud de la tige âgée de l'*Iresine Herbstii* comparée à celle du *Telanthera versicolor*, est caractérisée par les particularités suivantes :

1^o Tous les faisceaux libéro-ligneux normaux sont séparés latéralement l'un de l'autre toujours par un parenchyme à parois minces ;

2^o Dans le bois secondaire surnuméraire, il n'existe pas, en certains endroits, de rayons à cellules minces ;

3^o Les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires sont placés régulièrement les uns derrière les autres sur la face

extérieure des faisceaux normaux comme chez l'*Achyranthes aspera*.

PARCOURS DES FAISCEAUX NORMAUX DE LA TIGE. — Le parcours des faisceaux normaux de la tige de l'*Iresine Herbstii* ressemble beaucoup à celui du *Telanthera versicolor*. Toutefois, il présente une légère différence avec ce dernier au-dessous du nœud.

Faisons une coupe transversale d'un entre-nœud un peu

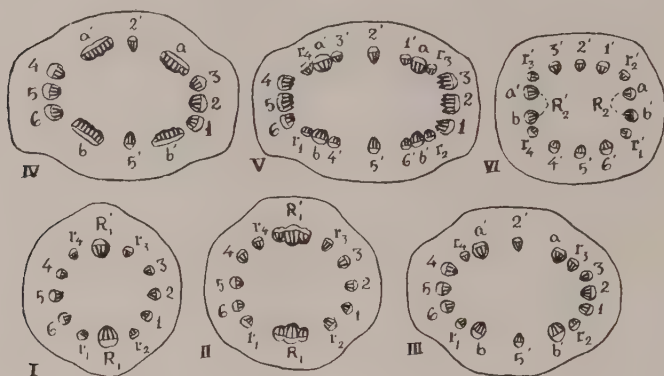


Fig. 35.

FIG. 35. — *Iresine Herbstii* Hook. — I, II, III, ...VI, sections transversales successives dans la tige faites de bas en haut.

au-dessous du nœud de l'*Iresine Herbstii* où le nombre et la disposition des faisceaux normaux sont exactement les mêmes que chez *Telanthera versicolor* (I, fig. 35). En montant tout près du nœud, les 4 faisceaux r_1 , r_2 , r_3 et r_4 ne se jettent pas dans les faisceaux R_1 et R'_1 , mais ces derniers se divisent d'abord chacun en trois branches (II et III fig. 35) : les unes $2'$ et $5'$, les plus faibles, destinées à devenir les faisceaux foliaires médians suivants ; les autres a , a' , b et b' , les plus fortes, sont les faisceaux réparateurs qui se dirigent du côté des r_1 , r_2 , r_3 et r_4 et finissent par se souder à eux (IV, fig. 35). Puis les a , a' , b et b' se divisent

de nouveau en trois branches (V, fig. 35) et, à ce niveau, les 6 faisceaux 1, 2, 3 et 4, 5, 6 commencent à pénétrer dans les deux feuilles opposées. En suite, les a et b' , d'une part, et a' et b de l'autre, se réunissent deux à deux en reconstituant les faisceaux caulinaires R_2 et R'_2 (VI, fig. 35). Enfin, le nombre et la disposition des faisceaux étant rétablis dans la partie inférieure de l'entre-nœud suivant, ils deviennent les mêmes que ceux de *Telanthera versicolor*.

La structure de la tige et le parcours des faisceaux normaux dans cet organe de l'*Iresine Wallisii* Orteg. sont tout à fait analogues à ceux de l'*Iresine Herbstii*.

RÉSUMÉ.

En résumé, la tige des Amarantacées présente les caractères suivants :

I. — Dans la région moyenne de l'entre-nœud :

1° Sous l'épiderme, le collenchyme est le plus souvent renforcé aux angles des cellules.

2° Les cellules de l'endoderme sont plus ou moins reconnaissables par leur constitution régulière ou par la présence de l'amidon.

3° Dans le péricycle externe, les fibres existent souvent comme chez les Chénopodiacées.

4° Le système libéro-ligneux normal se dispose fréquemment en deux cercles ou plus (*Amarantus*).

5° L'assise génératrice libéro-ligneuse, qui se trouve dans l'intérieur des faisceaux primaires, fonctionne généralement plus longtemps qu'elle ne le fait dans les Chénopodiacées.

6° La formation secondaire surnuméraire s'établit un peu tard dans le péricycle.

7° Les faisceaux libéro-ligneux surnuméraires se disposent régulièrement en séries radiales et sont séparés

tangentielllement par quelques assises de cellules non lignifiées. Sauf chez les *Amarantus* où ils sont souvent sans ordre et s'engrènent les uns aux autres par leurs deux extrémités radiales.

II. — L'étude du parcours des faisceaux normaux dans la tige montre que :

1^o Les faisceaux caulinaires sont souvent au nombre de 2 ou de 4, même de 3 mais rarement de 5.

2^o La tige présente à chaque feuille, au moins, 3 faisceaux libéro-ligneux.

3^o Les faisceaux foliaires, vers leur sortie du cylindre central, se rapprochent les uns des autres ; le plus souvent ils s'unissent sur le nœud en formant soit un arc soit une bande rectiligne, mais ils se redivisent selon le nombre initial dès la base du pétiole sauf chez *Deeringia celosioides* où l'arc subsiste encore sur un court espace du pétiole sans modification.

4^o Les faisceaux foliaires dans beaucoup d'espèces ne persistent qu'un entre-nœud avant de passer dans les feuilles.

DEUXIÈME PARTIE

LA FEUILLE

CHÉNOPODIACÉES

TRIBU I. — **Polycnemeae.**

Polycnemum arvense L.

Les feuilles du *Polycnemum arvense* sont petites, sessiles et pointues au sommet.

L'anatomie des feuilles de cette plante a été expliquée et figurée par M. Monteil (47). Mais il n'a pas décrit en détail leur constitution et, d'après nos observations personnelles, nous ne pouvons être de l'avis de ce savant quand il dit : « le mésophylle palissadique à peine différencié ».

Faisons une coupe transversale à la base de cette feuille, nous voyons, sous l'épiderme, un tissu de parenchyme fondamental non différencié en assise palissadique et ne présentant pas de collenchyme. Mais les cellules à parois minces renferment de la chlorophylle sur deux côtés latéraux de la feuille.

Un peu plus haut, le mésophylle présente une couche de parenchyme en palissade bien net, à éléments séparés par de larges méats (fig. 3, pl. XI) et constitué par une ou deux rangées de cellules disposées également sous les deux faces de la feuille.

L'assise du tissu fondamental qui est contiguë au fais-

ceau est l'endoderme, *end*, formé de cellules disposées régulièrement. Ce tissu ne renferme pas d'amidon, mais il est gorgé du côté inférieur de cristaux de chaux. Ces derniers se voient çà et là dans le parenchyme en palissade où ils prennent l'aspect de taches noires.

Le système libéro-ligneux ne contient qu'un faisceau à la base de la feuille. Il comprend du bois et du liber bien réduits l'un et l'autre. Au dos du liber, est un groupe de fibres péricycliques très développé.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux du *Polycnemum arvense* est très simple. Il n'y a qu'un seul faisceau qui part de la tige. Ce faisceau pénètre directement dans la feuille à la base de laquelle, il marche sur une faible longueur sans ramification. Puis, il émet à droite et à gauche deux petits faisceaux qui s'éteignent bientôt en pointe libre, tandis que le faisceau médian s'étend seul jusqu'à l'extrémité de la feuille.

TRIBU II. — **Beteae.**

Hablitzia tamnoïdes Bied.

PÉTIOLE. — L'épiderme est protégé par une cuticule épaisse et porte quelques poils tri, ou tétracellulaires dont la cellule terminale est bien allongée, à parois épaissies et sinueuses comme ceux de la tige (fig. 39). Au-dessous de l'épiderme, vient une couche discontinue de cellules collenchymateuses renforcées aux angles et volumineuses, surtout dans les parties saillantes et au milieu du côté supérieur. Le parenchyme fondamental est formé de cellules plus ou moins polyédriques, à méats petits ; il renferme des cristaux pulvérulents et des traces d'amidon. Un arc de péricycle, qui se différencie par sa taille petite, se compose d'une ou de deux rangées de cellules dans lesquelles on trouve trois faisceaux disposés en demi-cercle :

l'un au milieu de forme triangulaire, c'est le faisceau médian M, et les deux autres sont les faisceaux latéraux, L_g et L_d . Enfin, nous trouvons, localisés à la partie supérieure, les faisceaux marginaux m_g et m_d (fig. 38, II).

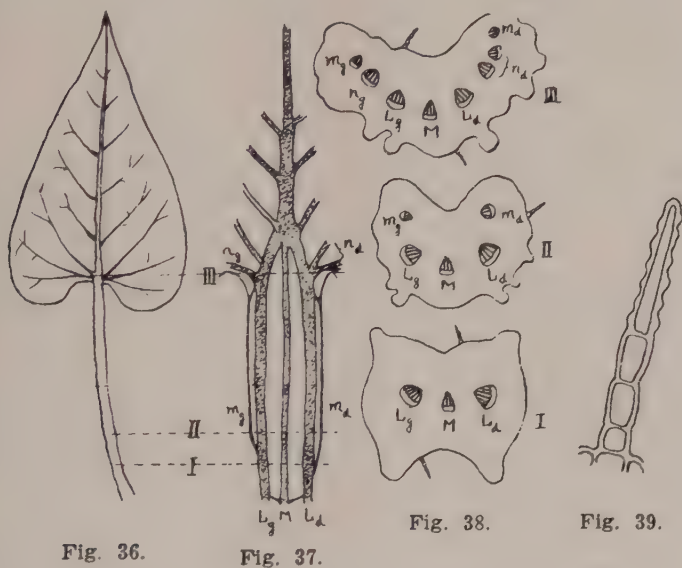


Fig. 36.

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 39.

FIG. 36. — Feuille de l'*Hablitzia tamnoides* Bieb.

FIG. 37. — Course longitudinale des faisceaux correspondant à la feuille de la figure 36.

FIG. 38. — Schémas représentant des sections faites aux niveaux I, II, III des figures 36-37. — M, faisceau médian ; L_g , L_d faisceaux latéraux droit et gauche ; m_g , m_d , faisceaux marginaux ; ng , nd , faisceaux émis par les faisceaux latéraux et passant dans les nervures.

FIG. 39. — Poil de l'*Hablitzia tamnoides*.

LIMBE. Les cellules épidermiques supérieures sont rectangulaires, recouvertes par une cuticule mince ; celles inférieures sont plus petites que les précédentes et portent des stomates saillants. Les deux faces présentent quelques poils constitués comme ceux du pétiole. Le parenchyme palissadique est représenté par une rangée de cellules que

séparent des méats étroits ; il occupe la moitié de l'épaisseur du limbe. Le parenchyme lacuneux est à cellules elliptiques ou ovoïdes assez lâches. Les cristaux pulvérulents apparaissent comme des taches noires dispersées çà et là dans le parenchyme palissadique, dans le parenchyme lacuneux et parfois dans les cellules épidermiques des deux faces.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux libéro-ligneux qui sortent de la tige sont au nombre de trois. Quand ils passent dans le nœud de la feuille, le faisceau médian, M, émet deux faisceaux qui se soudent immédiatement aux faisceaux latéraux L_g et L_d (fig. 37, en base). Ces derniers, par conséquent, se trouvent renforcés (I, fig. 38) et émettent de nouveau sur leur côté extérieur deux faisceaux marginaux m_g et m_d à la partie inférieure du pétiole (II, fig. 38). Tous les cinq faisceaux s'étendent sans modification jusqu'au sommet du pétiole.

Lorsque les faisceaux pénètrent directement dans la nervure médiane du limbe, les faisceaux L_g et L_d se divisent chacun en deux : les uns passent dans les nervures secondaires ; les autres marchent peu à peu en se rapprochant du faisceau médian (III, fig. 38) auquel ils finissent par s'unir pour ne plus former qu'un seul faisceau de forme demi-circulaire en coupe transversale. A partir du quart inférieur de la nervure médiane du limbe, la sortie des faisceaux se fait uniquement par les bords à droite et à gauche de ce faisceau médian.

Beta trigyna L.

PÉTIOLE. — L'épiderme a des cellules recouvertes d'une mince cuticule et pourvues de poils tri ou tétracellulaires ; le collenchyme s'observe dans les parties saillantes. Le tissu fondamental a des cellules minces, laissant entre elles

des méats, certaines de ces cellules sont remplies de cristaux pulvérulents comme ceux d'*Hablitzia*.

Le système libéro-ligneux se compose de cinq faisceaux principaux au milieu du pétiole (III, fig. 42) : un médian inférieur M et quatre autres latéraux très rapprochés deux à deux, L_{IIg} et L_{Ig} d'une part, L_{Id} et L_{IId} de l'autre. On trouve aussi d'autres faisceaux intermédiaires I, et marginaux, m , qui se détachent d'une façon variable : les premiers sont situés entre M et L_I droite et gauche, et sont formés d'un à quatre faisceaux, les autres dans chaque lobe supérieur. Le péricycle, à l'extérieur de chaque faisceau du liber, est d'abord cellulosique et se lignifie lorsque la feuille est d'un âge avancé ; à ce moment, le centre du pétiole est toujours occupé par une grande lacune.

LIMBE. — L'épiderme, à cellules rectangulaires, est pourvu de poils très rares sur la face supérieure mais relativement nombreux à la face inférieure (fig. 4, pl. XI). Ces poils sont variables de longueur et présentent deux à six cellules. Les stomates sont nombreux sur les deux épidermes.

Le parenchyme en palissade a deux assises occupant environ le tiers de l'épaisseur du limbe (fig. 4, pl. XI). Le parenchyme lacuneux est plus ou moins rectangulaire. Il est souvent allongé parallèlement au parenchyme en palissade, dans ce cas, on voit que le mésophylle est homogène.

Des cristaux pulvérulents, comme dans le pétiole, se trouvent çà et là dans le parenchyme lacuneux, de même que dans le parenchyme palissadique.

L'endoderme des nervures d'ordre plus élevé peut être à peine discerné.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le pétiole reçoit de la tige trois faisceaux (I, fig. 42) ou plus souvent cinq faisceaux. Dans le dernier cas, les deux fais-

ceaux intermédiaires, I, se détachent tantôt des faisceaux, L, tantôt du faisceau, M, au nœud de la feuille. Ces deux faisceaux L_g et L_d se divisent sans tarder à la base du pétiole chacun en deux, L_{lg} et L_{ld} d'une part, L_{ld} et L_{ld}

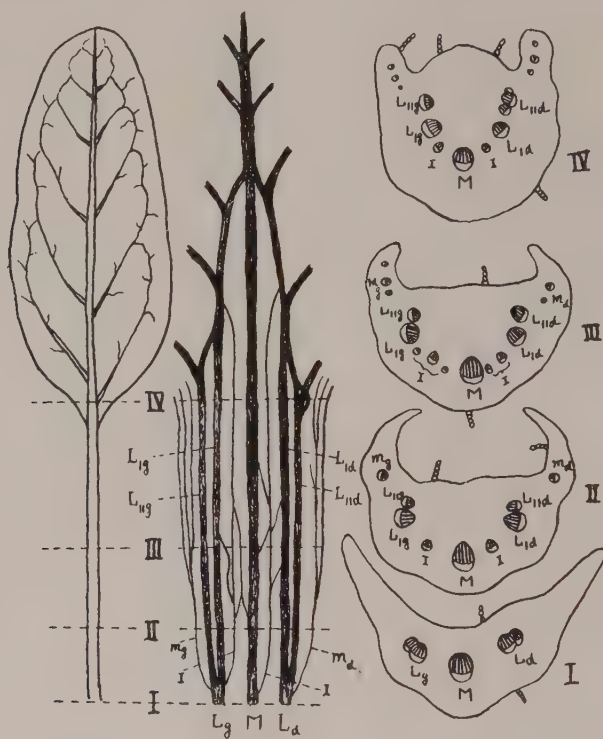


Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42.

FIG. 40. — Feuille du *Beta trigyna* L.

FIG. 41. — Course longitudinale des faisceaux correspondant à la feuille dans la figure 40.

FIG. 42. — Schémas représentant des sections faites aux niveaux I, II, III, IV des figures 40-41. — I, faisceau intermédiaire.

d'autre part, et fournissent ensuite deux faisceaux marginaux issus des faisceaux latéraux externes L_{lg} et L_{ld} (entre les niveaux I et II de la fig. 41).

Les cinq faisceaux principaux parcourent toute la lon-

gueur supérieure du pétiole sans se modifier. Cependant, les faisceaux intermédiaires, I, se ramifient ou contractent des anastomoses d'une façon variable (entre les niveaux II-IV de la fig. 41 et II, III, IV, fig. 42) et ils finissent par se joindre aux faisceaux L_{Ig} et L_{Id} vers le quart inférieur de la nervure médiane du limbe. Les faisceaux marginaux, m , se divisent successivement chacun en deux ou trois branches dont les petites peuvent se terminer en pointe libre dans les lobes du pétiole.

A la base de la nervure médiane du limbe, les faisceaux L_{IIg} et L_{IIId} commencent à se diviser chacun en deux ou trois branches. Dans le premier cas, la branche externe se rend à la nervure secondaire ; l'interne, un peu plus haut, se jette dans le faisceau L_{Ig} . Dans le second cas, la branche médiane du faisceau L_{IIId} (IV, fig. 42 et au niveau IV de la fig. 41) sort dans la nervure secondaire, les deux restes s'accolent l'un à l'autre immédiatement et se jettent également dans le faisceau L_{Id} .

En montant de la section de la base du limbe vers le sommet, les L_{Ig} et L_{Id} continuent à se diviser chacun en deux branches et chaque fois, celle située de côté externe passe dans une nervure secondaire. Enfin, les L_{Ig} et L_{Id} contractent des anastomoses avec le faisceau M , alors la nervure médiane ne contient plus qu'un faisceau lequel s'épuise jusqu'au sommet par suite des sorties dans les nervures secondaires.

Les nervures secondaires sont toujours en communication avec leurs voisines au bord du limbe.

TRIBU III. — **Chenopodeae**

Chenopodium album L.

Dans cette espèce, Petit (51) a déjà décrit brièvement l'anatomie du pétiole ; Monteil (47) a représenté aussi

celle du limbe. Nous exposerons des caractères anatomiques que ces auteurs n'ont pas indiqués. Puis, nous présenterons en détail le parcours des faisceaux dans la feuille.

Dans notre échantillon, la feuille ne présente pas de poils. Dans le pétiole, on trouve des stomates dispersés sur les régions latéro-supérieures. Le collenchyme forme cinq îlots localisés dans les parties saillantes, il est interrompu par le parenchyme chlorophyllien. Les grosses mâcles se trouvent surtout contiguës à l'assise de l'endoderme qui renferme plus ou moins d'amidon.

Le nombre des faisceaux libéro-ligneux varie selon les régions du pétiole. Si l'on coupe dans la région moyenne, on trouve généralement sept faisceaux disposés en cercle (III, fig. 45) : P_g , L_{Ilg} , L_{Ig} , M , L_{Id} , L_{IId} , P_d et quatre autres, m , qui se localisent à la partie supérieure. Plus souvent, les P_g , P_d se soudent en un faisceau, dans ce cas-là, nous ne voyons que six faisceaux libéro-ligneux en cercle. Le péricycle présente des parois légèrement collenchymateuses.

Dans le limbe du *C. album*, le parenchyme palissadique a une rangée occupant le tiers de l'épaisseur du limbe. Il renferme des grosses mâcles comme celles du pétiole. C'est dans la région du parenchyme lacuneux que circulent les ramifications libéro-ligneuses autour desquelles on ne distingue pas d'endoderme.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — La feuille reçoit de 3 à 5 faisceaux de la tige. Dans le premier cas, les deux faisceaux latéraux de la tige se divisent immédiatement chacun en deux branches dès la base de la feuille; par conséquent on trouve toujours au moins cinq faisceaux dans le pétiole (I, fig. 45) : L_{Ilg} , L_{Ig} , M , L_{Id} , L_{IId} qui se disposent en demi-cercle. Un peu plus haut, les L_{Ilg} , L_{IId} émettent deux petits faisceaux marginaux, m , puis ils s'élargissent et, par suite d'une rota-

tion d'environ 90 degrés, se trouvent avoir leur liber supérieur et leur bois inférieur (II, fig. 45). Enfin, le L_{IIg} donne naissance au faisceau P_g ; de même le L_{IIId} détache le faisceau P_d (III, fig. 45). A ce niveau, on voit les sept faisceaux P_g , L_{IIg} , L_{Ig} , M , L_{Id} , L_{IIId} , P_d que nous avons signalés tout à l'heure.

Au fur et à mesure que l'on monte dans le pétiole, les P_g , L_d se rapprochent peu à peu ou plus souvent s'accolent sur un petit parcours pour se diviser de nouveau vers la partie supérieure où on les voit marcher à la façon des faisceaux m , de sorte que leur liber devient interne comme chez ces derniers (IV, fig. 45).

Plus haut encore, les L_{IIg} , L_{IIId} émettent deux derniers faisceaux qui se rapprochent immédiatement au milieu du pétiole et finissent par se souder en un faisceau supérieur que nous signalons, S (fig. 44 et V, fig. 45).

Vers le sommet du pétiole, les L_{IIg} , L_{Ig} , L_{Id} , L_{IIId} se divisent chacun en deux et le système libéro-ligneux disposé en cercle se transforme en deux rangées : l'une supérieure se composant de L_{IIg} , L'_{IIg} , S , L'_{IIId} , L_{IIId} ; l'autre inférieure L'_{Ig} , L_{Ig} , M , L_{Id} , L'_{Id} (VI, fig. 45 et au niveau VI de la fig. 44). Quant aux P_g , P_d , ils rejoignent bientôt les faisceaux L_{IIg} et L_{IIId} .

Dès la base du limbe, tous les faisceaux, sauf les faisceaux marginaux, ne tardent pas à se reformer en trois groupes : l'un, au milieu, se compose de S , L_{Ig} , M , L_{Id} ; les deux autres de L_{IIg} , L'_{Ig} et L'_{IIId} à gauche, L_{IIId} , L'_{Id} et L'_{IIId} à droite (VII, fig. 45). Dans ces deux derniers groupes, on peut souvent rencontrer les faisceaux S_g , S_d qui se détachent par L'_{IIg} , L'_{IIId} comme les faisceaux supérieurs pour se rendre dans les deux nervures latérales.

Après les sorties des deux nervures latérales, la nervure médiane ne présente plus que quatre faisceaux comme l'indique la figure 45, VIII dans laquelle les L_{Ig} et L_{Id} émettent à droite et à gauche une ou deux petites ramifications en sortant dans les petites nervures secondaires.

Puis alors, le faisceau, S, se divise en deux dont l'un, celui de droite, se jette au L_{id} et l'autre, celui de gauche, se joint au L_{ig} .

Vers le tiers supérieur de la nervure médiane du limbe L_{ig} , M, L_{id} s'accolent pour ne donner qu'un faisceau qui fournit uniquement à droite et à gauche des faisceaux secondaires.

Bien que nous signalions que les faisceaux L'_{ig} et L'_{id} se divisent par les L_{ig} et L_{id} , ils peuvent se détacher souvent du faisceau supérieur S.

Les parcours des faisceaux qui circulent dans les nervures latérales ont la même disposition que dans la nervure médiane (fig. 44).

Autres *Chenopodium*.

Chez les autres espèces de *Chenopodium* (*C. vulvaria*, *C. hybridum*, *C. Bonus-Henricus* etc.), la structure de la feuille ressemble beaucoup à celle du *C. album*. Nous notons particulièrement que le péricycle collenchymateux dans le pétiole du *C. Bonus-Henricus* entoure entièrement les faisceaux principaux, mais il est plus épais en face du liber et du bois. Les poils du *C. vulvaria* ont une tête sphérique (fig. 5, pl. XI) supportée par un pédicelle unicellulaire.

Dans ces trois espèces, les faisceaux sortent de la tige au nombre de trois comme chez *C. album*. Cependant, dans le *C. Bonus-Henricus*, les trois faisceaux pénètrent dans le pétiole sans se ramifier (I, fig. 46) ; ils se rapprochent souvent au milieu du pétiole ou bien s'accolent sur une faible longueur. Puis ils redeviennent trifurqués (II et III, fig. 46). Dans la base du limbe, les deux faisceaux latéraux se rendent dans les deux nervures latérales à droite et à gauche. A partir de ce niveau, la nervure médiane n'offre plus qu'un faisceau qui détache successivement à droite et à gauche les branches destinées aux nervures secondaires.

Chez *C. vulvaria* et *C. hybridum*, il y a aussi cinq faisceaux dans la base du pétiole ; les quatre faisceaux latéraux proviennent de la bifurcation, au nœud de la feuille, des deux faisceaux foliaires latéraux de la tige. Ces cinq faisceaux parcourent la moitié inférieure du pétiole comme chez *C. album*. Toutefois, les faisceaux P_g et P_d font dé-

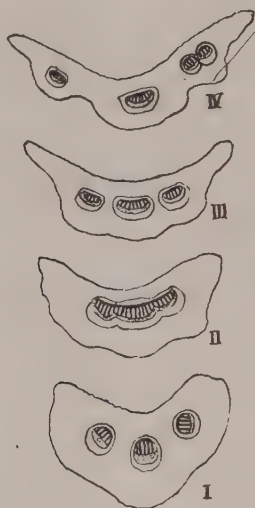


Fig. 46.

FIG. 46. — *Chenopodium Bonus-Henricus*. — Coupes transversales du pétiole et du limbe à divers niveaux dans une feuille. De I à IV de bas en haut ; IV est placée à la base du limbe.

faut et, dans la base du limbe, il n'y a qu'un faisceau passant par la nervure latérale.

Roubieva multifida Moq.

PÉTIOLE. — La section transversale moyenne du pétiole du *Roubieva multifida* diffère de celle du *Chenopodium album* :

1^o Par la présence de poils ;

2° Par la présence de cristaux pulvérulents au lieu de mâcles ;

3° Par la réduction à trois du nombre des faisceaux principaux L_g , M , L_d (II, fig. 49).

Les poils sont variables par leur cellule terminale tantôt capitée, tantôt conique courbée ou tantôt cylindrique (fig. 7, pl. XI).

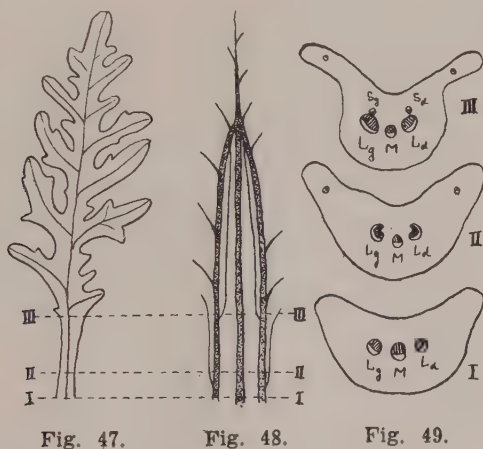


FIG. 47. — Feuille du *Roubiera multifida* Moq.

FIG. 48. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 47.

FIG. 49. — Schémas représentant des sections faites aux niveaux I, II, III des figures 47 et 48.

LIMBE. — Les poils sur les deux faces du limbe sont semblables à ceux du pétiole. Les cellules épidermiques sont plus ou moins sinueuses. Le revêtement cuticulaire est très faible. Le parenchyme en palissade est court, à deux rangées de cellules, le parenchyme lacuneux est arrondi mais assez dense, on peut y trouver des cristaux pulvérulents formant tache noire à l'intérieur de la cellule.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Trois faisceaux libéro-ligneux sortent dans la feuille, ce sont :

L_g, M, L_d (I, fig. 49). Les faisceaux latéraux L_g, L_d ne tardent pas à émettre à droite et à gauche deux faisceaux marginaux et deviennent arqués (II, fig. 49). Ensuite, ces faisceaux latéraux détachent chacun à leur extrémité supérieure un petit faisceau supérieur S_g, S_d (III, fig. 49) ; ceux-ci ne se soudent pas entre eux et ne contractent pas d'anastomoses avec L_g, L_d jusqu'au tiers supérieur de la nervure médiane du limbe.

La sortie des faisceaux qui se rendent aux nervures secondaires se fait d'abord au bord du faisceau L_g ou L_d et est localisée entre les L_g, S_g et les L_d, S_d. Par suite de quelques sorties, les deux S_g, S_d alors se joignent aux L_g, L_d. Puis, les L_g, M, L_d s'accolent en un seul faisceau. Enfin, ce dernier envoie successivement vers la droite et vers la gauche un ou deux faisceaux vascularisant de nouvelles nervures secondaires jusqu'au sommet du limbe.

Monolepis trifida Schrod.

PÉTIOLE. — Les cellules de l'épiderme sont protégées par une mince cuticule et portent des stomates sur la face latéro-supérieure ; on y observe de rares poils à tête sphérique, supportée par un pédicelle pluricellulaire. Le collenchyme se trouve aux trois parties saillantes : deux angles supérieurs et une autre au milieu du côté inférieur. Les cellules du tissu parenchymateux sont plus ou moins arrondies, laissant entre elles de grands méats, on y voit partout de grandes mâcles.

Le système libéro-ligneux dans le milieu du pétiole (II, fig. 52) se compose de cinq faisceaux : trois principaux L_g, M, L_d et deux petits marginaux, *m*. Le péricycle des trois faisceaux principaux du pétiole est collenchymateux.

LIMBE. — Les cellules épidermiques sont rectangulaires à cuticule mince. Les poils de la face supérieure sont rares et localisés surtout dans le sillon de la nervure médiane.

Sur la face inférieure, ils sont relativement nombreux et dispersés çà et là (fig. 6, pl. XI).

Le parenchyme palissadique présente deux rangées de cellules non contiguës, séparées par de larges méats, elles sont 3 à 4 fois plus longues que larges (fig. 6, pl. XI). Les cellules de parenchyme lacuneux sont petites et rameuses, laissant entre elles de grandes lacunes.

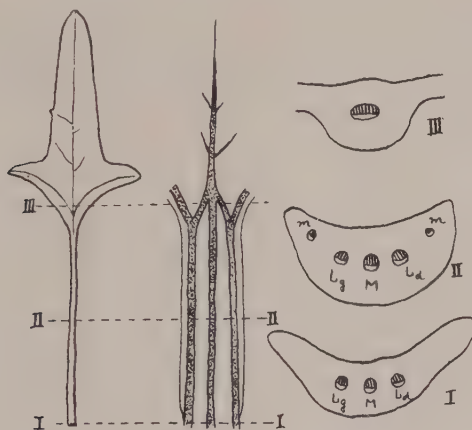


Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 52.

FIG. 50. — Feuille du *Monolepis trifida* Schrad.

FIG. 51. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 50.

FIG. 52. — Schémas représentant des sections faites aux niveaux I, II, III des figures 50 et 51.

Les ramifications libéro-ligneuses qui circulent dans le limbe sont nombreuses occupant la région la plus profonde du parenchyme lacuneux.

Les stomates sont répandus en grand nombre sur les deux faces du limbe.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille du *Monolepis trifida* ne diffère pas notablement de celui de la feuille du *Roubieva*

multifida. Il est caractérisé par l'absence des faisceaux S_g , S_d , et les faisceaux L_g , M , L_d s'accolent en bas de la médiane du limbe (fig. 51-52).

TRIBU IV. — **Atripliceae**.

Spinacia spinosa Moench.

PÉTIOLE. — La structure du pétiole de *Spinacia spinosa* est exactement semblable à celle du pétiole de *Beta trigyna*, c'est pourquoi nous n'avons rien de particulier à noter à ce sujet.

LIMBE. — Le limbe a été étudié par Monteil (47). Notre échantillon a une structure à peu près conforme à celle qu'a indiquée cet auteur.

Tout le mésophylle est chlorophyllien ; les 2-3 assises supérieures palissadiques sont formées de cellules courtes et presque rectangulaires, les 4-5 assises de cellules lacuneuses sont à peu près isodiamétriques ou très courtes, disposées ordinairement perpendiculairement à la surface du limbe.

Monteil a ajouté que « dans ce parenchyme lacuneux, on trouve quelques volumineuses cellules hypertrophiées renfermant une mâcle d'oxalate de calcium ». Or, dans notre échantillon, nous ne trouvons pas de mâcle, mais seulement de petits cristaux pulvérulents comme on en voit dans l'*Hablitzia tamnoïdes*, le *Beta trigyna*, le *Roubieva multifida* etc.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille de *Spinacia spinosa* est presque le même que celui des faisceaux de *Beta trigyna*. Seulement, il est plus ou moins variable selon que la feuille est située en bas ou en haut de la tige. Généralement dans la grande feuille triangulaire placée en bas de la tige, on

trouve très souvent des faisceaux obliques reliant entre eux les cinq faisceaux principaux, L_{IIg} , L_{Ilg} , M , L_{Id} , L_{IId} dans le pétiole, mais ils n'existent pas dans la petite feuille, placée en haut de la tige.

Atriplex rosea L.

PÉTIOLE. — Poils courts, capités. Il existe au-dessous de l'épiderme une assise de collenchyme discontinue dans les parties latérales. Le parenchyme cortical est formé de cellules polyédriques, à parois minces et à méats petits ; certaines contiennent des mâcles, surtout dans la région profonde. L'endoderme est caractérisé par la présence d'amidon.

Le système libéro-ligneux se compose de 7 faisceaux sur la coupe transversale à la base du pétiole (I, fig. 55). Le péricycle est lignifié en face du liber.

LIMBE. — Le limbe ayant été décrit par Monteil (47) qui en donne une figure avec une rangée de cellules palisadiques sur chaque face, nous n'insistons pas sur sa structure.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux entrent au pétiole au nombre de 7, ce sont : L_{IIIg} , L_{IIg} , L_{Ilg} , M , L_{Id} , L_{IId} , L_{IIId} (I, fig. 55) disposés en demi-cercle.

Un peu au-dessus de la base du pétiole, les deux faisceaux L_{IIIg} et L_{IIId} tournent leur liber de plus en plus vers le bord supérieur, puis fournissent chacun une branche marginale dans les deux angles supéro-latéraux.

En s'élevant vers la région moyenne du pétiole, une série de coupes transversales semble montrer que la disposition du système libéro-ligneux est variable. En effet, il existe des anastomoses obliques échangées sans règle entre tous les faisceaux principaux. Si l'on ne tient pas

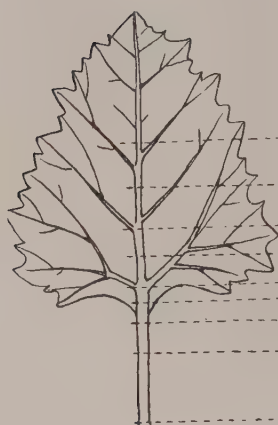


Fig. 53.

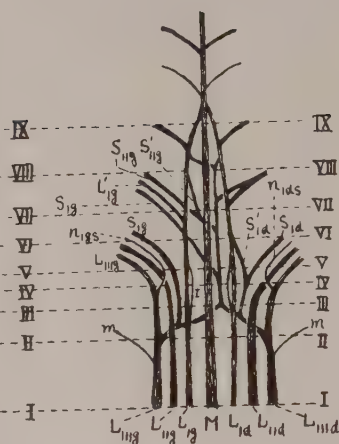


Fig. 54



Fig. 55.

FIG. 53. — Feuille de l'*Atriplex rosea* L.

FIG. 54. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 53.

FIG. 55. — Schémas représentant des sections faites aux niveaux I, II, III, ...IX des figures 53-54.

compte de celles-ci, ces faisceaux principaux sont constants.

Nous choisissons et décrivons maintenant une marche type des faisceaux dans cette espèce à partir du milieu du pétiole. D'abord L_{IIg} et L_{IId} émettent deux faisceaux supérieurs S_{Ig} et S_{Id} . Puis, ces derniers ne tardent pas à donner de nouveau chacun une branche. Enfin, ces deux branches se rapprochent peu à peu et forment par leur union vers le tiers supérieur, un nouveau faisceau S_m (III, fig. 55).

Chaque faisceau L_{Ig} et L_{Id} détache également, sur le côté du faisceau M, une branche, I, qui, après avoir circulé parallèlement sur une certaine longueur, rejoint soit L_{Ig} ou L_{Id} , soit même M.

Au niveau du pétiole contigu à la base du limbe (IV, fig. 55), les trois faisceaux L_{IIg} , S_{Id} , et L_{IId} se divisent chacun en deux en donnant respectivement : L_{IIg} et n_{Igs} . S'_{Id} et S_{Id} , et n_{Ids} et L_{IId} . Dans cette division, le faisceau S'_{Id} pénétrera, à part, dans la nervure médiane, les autres S_{Id} , n_{Ids} et L_{IId} accompagnent le L_{IId} pour se rendre dans la nervure latérale droite, de même, les L_{IIg} , n_{Igs} et S_{Ig} accompagnent L_{IIg} pour se rendre dans la nervure latérale gauche. Quand on fait une coupe transversale au niveau de l'anastomose des trois nervures principales (V, fig. 55 et au niveau V des fig. 53-54), on peut distinguer trois groupes de faisceaux : l'un médian se composant de six ou huit faisceaux, dans ce dernier cas, les deux branches, I, ne se jettent pas encore dans les autres faisceaux M ou L_{Ig} , L_{Id} et S'_{Ig} se détache soit de S_m , soit, le plus souvent, de S_{Ig} avant que ce dernier ne pénètre dans la nervure latérale ; les deux autres groupes latéraux contiennent chacun 4 faisceaux et parfois 5 ou 6, cet accroissement du nombre des faisceaux résulte toujours d'une division des faisceaux L_{IIg} , S_{Ig} , S_{Id} , ou L_{IId} (V, fig. 55).

En se dirigeant jusqu'au niveau VI (fig. 53-54), S'_{Id} a déjà rejoint L_{Id} (VI, fig. 55). Ensuite, L_{Ig} émet de nou-

veau un faisceau L'_{ig} et S'_{ig} se rapproche graduellement de celui-ci du côté gauche. A ce moment, S_m produit une branche qui se divise immédiatement encore en deux dont l'une, celle de gauche, signalée S_{lig} , se rendra à la nervure secondaire avec S'_{ig} et L_{ig} et y formera le faisceau latéral de droite (VII, fig. 55) ; l'autre, celle de droite, S'_{lig} , se joindra à L_{ig} lorsque les faisceaux de la nervure secondaire quitteront la nervure médiane (VIII, fig. 55).

Pour la deuxième fois, chacun des L_{id} et S_m fournit simultanément une branche qui passe dans la nervure secondaire à droite, puis, les 4 faisceaux S_m , L_{ig} , M , L_{id} , poursuivent leur route dans la nervure médiane de la même façon que chez le *Chenopodium album*.

Atriplex hortensis L.

PÉTIOLE. — Poils nuls. Le collenchyme forme trois îlots situés dans les deux angles supéro-latéraux et au milieu du côté inférieur. Le parenchyme cortical ressemble à celui d'*A. rosea*. Le système libéro-ligneux est constitué par cinq faisceaux principaux en demi-cercle et deux petits faisceaux marginaux dans la base du pétiole.

LIMBE. — Poils très rares ou nuls. Les cellules épidermiques ont une membrane externe peu épaissie, à cuticule très mince ; les stomates se trouvent sur les deux faces et sont plus ou moins enfoncés. Le mésophylle présente un tissu palissadique de deux ou quelquefois trois assises de cellules, pas très grandes, occupant environ la moitié de l'épaisseur du limbe ; les cellules lacuneuses sont représentées par 4 ou 5 rangées d'éléments à la face inférieure, elles sont arrondies ou ovoïdes, à méats plus grands.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux sortant de la tige dans la feuille sont au nombre

de 5 : L_{Iig} , L_{Iid} , M , L_{Iid} (I, fig. 56). Un peu au-dessus de la base du pétiole, les faisceaux L_{Iig} , L_{Iid} tournent également le liber de plus en plus vers le haut de la même manière que les L_{IIig} et L_{IIid} chez l'*Atriplex rosea*. Et chacun des faisceaux L_{Iig} , L_{Iid} émet successivement deux branches, les unes destinées aux faisceaux marginaux,

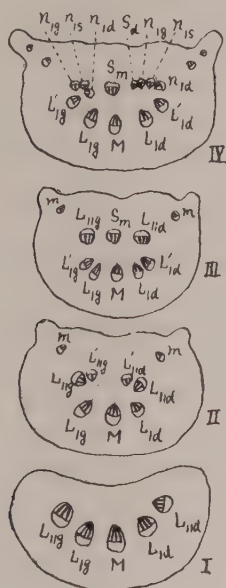


Fig. 56.

FIG. 56. — *Atriplex hortensis*. — Coupes transversales du pétiole à divers niveaux de I à IV en montant.

les autres, L'_{Iig} et L'_{Iid} , s'accoleront pour devenir le faisceau supérieur, S_m , après avoir circulé librement sur un certain espace (II, fig. 56).

Puis, tous les faisceaux parcourent le pétiole supérieur, presque dans toute sa longueur, sans aucune modification. Mais près de la base du limbe, L_{Iig} et L_{Iid} , tout d'abord, émettent chacun une branche L'_{Iig} et L'_{Iid} (III, fig. 56). Ensuite, L_{IIig} se divise en trois n_{Iig} , n_{Iis} , n_{Iid} ; de même

L_{11d} en quatre s_d , n_{1g} , n_{1s} , n_{1d} (IV, fig. 56). A ce niveau, la disposition des faisceaux est analogue à celle des faisceaux d'*A. rosea* et le nombre des faisceaux principaux (à l'exception des faisceaux, I) est identique. De la même façon aussi, les faisceaux passent dans la nervure latérale à droite et à gauche ; et le S_d se joint au L_{1d} comme chez *A. rosea* ; mais le reste des faisceaux dans la nervure médiane est seulement de quatre au lieu de six ainsi que chez le *Chenopodium album* et le parcours des faisceaux dans cette nervure médiane, à partir de ce niveau, ne diffère pas de celui de cette dernière espèce.

TRIBU V. — **Camphorosmeae.**

Kochia hyssopifolia Schrad.

Les feuilles du *Kochia hyssopifolia* sont lancéolées-linéaires, extérieurement elles sont sessiles, néanmoins on peut distinguer une structure anatomique de pétiole.

PÉTIOLE. — Les cellules épidermiques sont assez grandes, à membrane épaisse, surtout du côté externe. Sous l'épiderme, on ne trouve ni cellules collenchymateuses ni palissadiques. Ces cellules de tissu fondamental sont grandes, plus ou moins arrondies, et à parois légèrement épaissies. Au milieu du tissu fondamental, se trouve le système libéro-ligneux qui ne se compose que d'un seul faisceau. Cependant, il ne tarde pas à détacher à droite et à gauche une petite branche, L, (I, fig. 57) de laquelle partent successivement les petites ramifications libéro-ligneuses qui se rendent au limbe. En dehors du liber, le faisceau médian est protégé par une couche de péricycle lignifié, mais l'endoderme ne présente aucun caractère spécial.

LIMBE. — Les cellules épidermiques sont peu bombées et ont une membrane externe peu épaissie (fig. I, pl. XII) ;

sur les deux faces, les stomates sont légèrement enfoncés ; les poils à la face inférieure sont très allongés, effilés, articulés et à parois fortement épaissies. A la face supérieure, ils font défaut.

Les petites ramifications libéro-ligneuses se partagent en deux séries : l'une vers la face supérieure, l'autre du côté de la face inférieure. Elles sont séparées par une couche parenchymateuse à cellules très grandes. Les ramifications de la série supérieure sont à bois supérieur et à liber inférieur ; les ramifications de la série inférieure ont une disposition inverse (fig. I, pl. XII). A l'extérieur des ramifications libéro-ligneuses, il existe toujours un arc endodermique qui renferme de nombreux grains d'amidon remplissant parfois toute la cavité cellulaire. Au dos de l'arc endodermique se trouve une assise rayonnante de parenchyme en palissade. Elle est interrompue en plusieurs endroits et remplacée par du parenchyme incolore. Dans certaines cellules de ce dernier, on peut trouver des mâcles.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — La feuille ne reçoit de la tige qu'un seul faisceau qui détache sans tarder une branche à droite et à gauche dans la base du pétiole. Puis, il en émet successivement de quatre à six autres jusqu'au sommet du limbe.

Les deux faisceaux marginaux situés à l'extrémité des deux bords du limbe proviennent normalement des faisceaux, L. Mais, plus souvent, ils peuvent se différencier d'une manière autonome avant les faisceaux L, qui se détachent du faisceau, M.

Avant que les faisceaux marginaux ne soient encore établis, un arc endodermique, *end*, (I, fig. 57) auquel est adossée l'assise du parenchyme palissadique, apparaît en premier lieu aux bords de la feuille ; ensuite, il se développe de plus en plus en fer à cheval. Enfin, se forment des faisceaux marginaux à l'intérieur de l'endoderme.

Dans le pétiole, les faisceaux, L, ne sont pas couverts

par un arc d'endoderme et le faisceau, M, non plus (I, fig. 57). Un peu plus haut, l'arc endodermique se différencie sur le bois des faisceaux, L, comme sur le bois des autres ramifications libéro-ligneuses. Plus haut encore, on voit le faisceau M qui est couvert aussi par un arc endodermique auquel s'appuie une assise de parenchyme en palissade. Mais les éléments de ces deux derniers font tou-

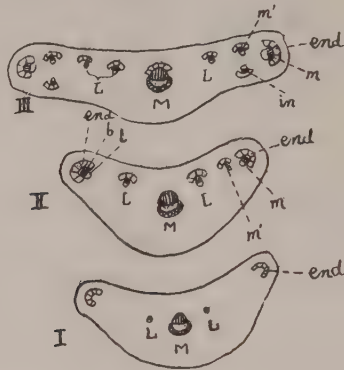


Fig. 57.

Fig. 57. — *Kochia hyssopifolia* Schrad. — Coupes transversales à divers niveaux de la feuille. — M, faisceau médian ; L, faisceau latéral ; m, faisceau marginal ; end, endoderme ; m', petite ramification libéro-ligneuse supérieure ; in, petite ramification libéro-ligneuse inférieure ; b, bois ; l, liber.

jours défaut au-dessous du faisceau médian, M (III, fig. 57).

Quant aux ramifications des faisceaux libéro-ligneux de la série supérieure, elles produisent tantôt des faisceaux L, tantôt des faisceaux marginaux m. Dans ce dernier cas, le m' par exemple, se détache du m (II, fig. 57), et il subit une rotation de 90 degrés.

La première ramification libéro-ligneuse de la série inférieure est autonome comme le faisceau m, car nous ne l'avons jamais vue se détacher du faisceau L ou du fais-

ceau *m* (*in*, III, fig. 57). Après son apparition, on la voit se diviser successivement en plusieurs petites ramifications libéro-ligneuses.

Kochia prostrata Schrad.

La structure de la feuille du *Kochia prostrata* diffère de celle du *K. hyssopifolia* :

1^o Par la présence d'une assise d'hypoderme, *hyp*, (fig. 2, pl. XII) sans chlorophylle.

2^o Par le parenchyme en palissade, *pl.* interrompu en quelques endroits seulement.

3^o Par les poils non articulés, mais à surface échinulée. Ils sont répartis sur les deux faces.

4^o Par les mâcles présents partout, même dans l'épiderme et dans l'hypoderme. Elles sont constituées parfois par de fins cristaux groupés.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours du faisceau principal est tout à fait analogue à celui de *Kochia hyssopifolia*. Toutefois, l'apparition de la première ramification libéro-ligneuse de la série inférieure se différencie, non pas d'une manière autonome, mais se détache du faisceau marginal comme certaines ramifications libéro-ligneuses de la série supérieure. Seulement, la rotation de ces deux séries est inverse : l'une oriente son bois vers le haut et l'autre vers le bas.

Kochia trichophylla Hort.

La structure du pétiole de *K. trichophylla* ressemble à celle du pétiole de *K. hyssopifolia*, mais les faisceaux qui se détachent du faisceau médian à la base du pétiole sont plus larges.

Dans le limbe, l'épiderme est formé de cellules assez grandes, à cuticule très fine ; les stomates se trouvent sur

les deux faces et plus enfoncés (fig. 3, pl. XII) ; il existe un petit nombre de poils comme il a été décrit chez le *K. hysopifolia*.

Le mésophylle de la feuille est occupé par de nombreuses ramifications libéro-ligneuses placées sur un seul rang. Elles sont entourées d'une assise endodermique complète formée de cellules régulières et renfermant beaucoup d'amidon. Les cellules palissadiques ont une disposition équifaciale (centrique) ; elles sont interrompues en quelques endroits correspondant aux intervalles des faisceaux (fig. 3, pl. XII). En général, les cellules palissadiques de la face inférieure sont plus courtes que celles de la face supérieure. }

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux principaux de *K. trichophylla* ne diffère pas de celui des faisceaux des deux espèces précédentes. Cependant, les petites ramifications libéro-ligneuses se détachent toujours des faisceaux latéraux. Elles ne se différencient pas d'une manière autonome.

La feuille du *Kochia trichophylla* reçoit souvent 3 faisceaux foliaires de la tige. Dans ce cas, les deux faisceaux foliaires latéraux de la tige deviennent directement deux faisceaux latéraux de la feuille sans que le faisceau médian les détache au bas du pétiole.

La structure et le parcours des faisceaux de *K. scoparia* Schrad sont analogues à ceux du *K. trichophylla*.

Dans toutes les espèces de *Kochia* que nous avons étudiées, le bois des faisceaux marginaux est toujours orienté vers le bord de la feuille.

TRIBU VI. — **Corispermeae**

Corispermum hyssopifolium L.

La feuille de *Corispermum hyssopifolium* a été étudiée par Monteil (47) qui donne une description et un schéma de la disposition des faisceaux dans une feuille.

Nous avons étudié deux échantillons de cette espèce : l'un donné par le Jardin des plantes de Paris ; l'autre provenant de l'herbier, récolté par A. Jordan dans des sables des bords du Rhône, à Feyzain près de Lyon, et qui nous a été offert par le Museum d'histoire naturelle de Paris. Mais nous n'avons justement pas trouvé le caractère suivant de cette espèce décrit et figuré par Monteil « Il est couvert à la face supérieure par une gaine en croissant... ».

PÉTIOLE. — Le pétiole est fort court ; il a la forme caractéristique d'un croissant légèrement sinueux sur ses deux bords (II, fig. 58). Les cellules épidermiques sont plates à la face supérieure, mais plus ou moins carrées à la face inférieure. Elles sont dépourvues de poils.

Sous l'épiderme, on ne trouve pas de collenchyme ; les cellules du tissu parenchymateux sont polygonales, quelques-unes renferment des mâcles, les autres, en contact avec l'épiderme latéro-inférieur, contiennent un peu de chlorophylle. L'assise de ce tissu, contiguë aux faisceaux n'est pas caractérisée en tant qu'endoderme.

Le système libéro-ligneux comprend trois faisceaux : un médian large et deux latéraux beaucoup plus petits. Ces faisceaux sont entourés du péricycle légèrement sclérifié.

LIMBE. — Les cellules épidermiques sont aplaties et un peu sinueuses sur la face supérieure et plus ou moins arrondies sur la face inférieure. Les stomates se trouvent sur les deux faces, ils sont surélevés en arc au-dessus du niveau

général de l'épiderme (fig. 4, pl. XII). Les poils sont très longs, unisériés, constitués par une cellule basilaire surmontée par une autre plus longue. Ils sont rares sur les deux faces.

Le mésophylle palissadique, qui existe sous les deux faces, présente une rangée de cellules, séparées les unes des autres par de larges méats (fig. 4, pl. XII). Au centre du limbe, on trouve une assise de parenchyme incolore dans laquelle certaines cellules entourent des faisceaux de nervures secondaires ou des nervures plus élevées, c'est l'en-

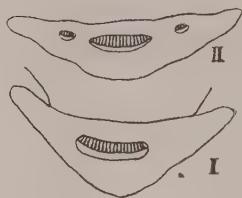


Fig. 58.

FIG. 58. — *Corrispermum hyssopifolium* L. — Coupes transversales à divers niveaux de la base de la feuille.

doderme, mais il ne contient plus d'amidon. Dans ce mésophylle, les mâcles sont assez rares.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Il n'y a qu'un large faisceau qui sort de la tige (I, fig. 58). Dans le pétiole basilaire, ce faisceau émet immédiatement à droite et à gauche une branche (II, fig. 58). Tous trois pénètrent, sans aucune modification, dans la base de la nervure médiane du limbe qu'ils parcourent presque parallèlement. De distance en distance, ils émettent à droite et à gauche de petites ramifications très grêles. Les deux branches principales s'éteignent près du sommet du limbe, puis le faisceau médian marche tout seul jusqu'à l'extrémité.

Corispermum orientale Lam.

La structure de la feuille du *Corispermum orientale* ressemble presque à celle de la feuille du *C. hyssopifolium*. Toutefois, il existe les particularités suivantes :

1^o Les poils de *C. orientale* sont unicellulaires, plus ou moins digités.

2^o On trouve du collenchyme aux trois angles du pétiole.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille du *C. orientale* est analogue à celui de la feuille du *C. hyssopifolium*.

Agriophyllum arenarium Bieb.

PÉTIOLE. — Le pétiole est également très court comme celui des *Corispermum*. Sa section transversale est pentagonale, échancrée à la face supérieure (fig. 59 et I, fig. 60). Les cellules épidermiques sont légèrement cutinisées. Elles portent des poils tantôt unisériés, tantôt fortement ramifiés par leur cellule terminale (fig. 6, pl. XII). Ces poils sont très nombreux sur la face latéro-inférieure et rares sur la face supérieure.

Au-dessous de l'épiderme, le parenchyme est légèrement collenchymateux dans les parties saillantes, ailleurs, nous trouvons des cellules chlorophylliennes et mâclifères. Dans la plus grande profondeur est le tissu incolore formé de cellules polyédriques dont les méats sont très petits.

Le nombre des faisceaux est de trois ou de cinq ; dans ce dernier cas, chacun de ces deux faisceaux latéraux a été divisé en deux.

LIMBE. — Les deux épidermes sont semblables et constitués par des cellules allongées tangentiellement, à cuticule mince ; les stomates, un peu enfoncés, se trouvent sur les deux faces ; les poils sont identiques à ceux du pétiole

(fig. 6, pl. XII) et localisés surtout sur la face inférieure ; ils sont très rares à la face supérieure.

Le parenchyme en palissade est équifacial comme chez *Corispermum hyssopifolium*. Cependant, il est interrompu sur les deux côtés des nervures secondaires et de la nervure médiane où il est remplacé par une bande de collenchyme à surface bi-convexe (fig. 5, pl. XII). Les cellules palissadiques se composent toujours d'une rangée ; elles sont deux à trois fois plus longues que larges et séparées par de grands méats. Le parenchyme intermédiaire renferme beaucoup

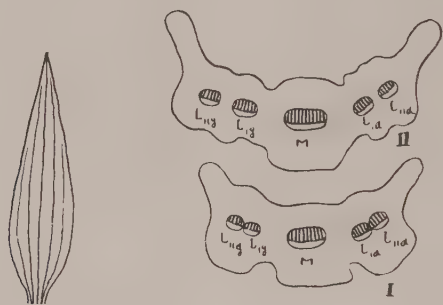


Fig. 59.

Fig. 60

FIG. 59. — Feuille de l'*Agriophyllum arenarium* Bieb.

FIG. 60. — Coupes transversales à divers niveaux de la base de la feuille représentée figure 59.

de mâcles. Les cellules de ce parenchyme qui se trouvent autour des petites ramifications libéro-ligneuses ne présentent pas de gaine endodermique nette.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les trois faisceaux sortant de la tige au pétiole sont : le faisceau médian de la tige devenant le faisceau M du pétiole et les deux faisceaux latéraux se divisant chacun tout de suite en deux L_{ig} , L_{id} , L_{iiid} , L_{iiid} (I, fig. 60). Ces quatre faisceaux latéraux s'éloignent peu à peu les uns des autres (II, fig. 60) et pénètrent directement avec le

faisceau médian, sans aucune modification, dans la base du limbe. Ensuite, tous les cinq faisceaux cheminent presque parallèlement de la base du limbe au sommet (fig. 59). Le faisceau médian émet successivement encore à droite et à gauche des petites branches mais ces dernières ne sont jamais si vigoureuses que les quatre faisceaux latéraux principaux. Entre ceux-ci, il existe aussi des petites ramifications libéro-ligneuses qui se détachent des faisceaux latéraux. Elles ne possèdent plus que quelques trachées et quelques éléments libériens.

Agriophyllum latifolium Fisch et Mey.

PÉTIOLE. — Le pétiole de l'*Agriophyllum latifolium* est très long. Faisons une coupe transversale moyenne au milieu du pétiole (II, fig. 62), nous voyons que l'épiderme est muni de poils presque comme chez l'espèce précédente, mais leur taille est plus grande et leurs cellules toujours bien ramifiées. Les cellules épidermiques sont petites, à parois assez épaisses ainsi que la cuticule. Le collenchyme forme six îlots situés dans les parties saillantes ; il est interrompu par une couche de cellules chlorophylliennes. Le parenchyme fondamental a des cellules plus ou moins polyédriques, méatiques, à parois épaissies et renfermant de nombreuses mâcles qui se localisent surtout au-dessus du faisceau libéro-ligneux.

Le système libéro-ligneux présente un grand faisceau en fer à cheval composé de plusieurs fascicules ; vers le dos, ce faisceau est couvert d'un péricycle totalement sclérifié.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe d'*A. latifolium* diffère de celle d'*A. arenarium* par les caractères suivants :

1^o Les poils sont très nombreux et donnent à la plante son aspect blanchâtre surtout sur la face inférieure.

2° Les mâcles se trouvent nombreuses, non seulement dans le parenchyme intermédiaire, mais encore dans les deux faces de parenchyme en palissade.

3° Le parenchyme palissadique à la face inférieure est ordinairement moins long que celui de la face supérieure.

4° Les faisceaux des nervures secondaires sont protégés seulement par le collenchyme au-dessus du bois.

5° La nervation est tout à fait pennée.

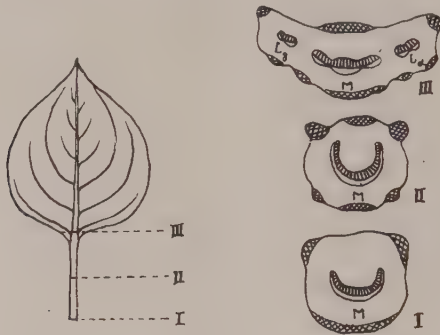


Fig. 61.

Fig. 62.

FIG. 61. — Feuille de l'*Agriophyllum latifolium*
Fisch et Mey.

FIG. 62. — Coupes transversales
aux niveaux I, II, III de la figure 61.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — La feuille reçoit de la tige un faisceau en forme d'arc de cercle (I, fig. 62). Ce faisceau se transforme de plus en plus en fer à cheval en montant au niveau II du pétiole (II, fig. 61-62). Puis, il marche sans modification dans toute la longueur supérieure du pétiole. Quand il entre dans la base du limbe, il se divise en trois faisceaux (III, fig. 62) : l'un médian, M, et les deux autres latéraux L_g , L_d . Les deux derniers, qui se composent chacun le plus souvent de deux fascicules se rendent sans tarder aux nervures secondaires à droite et à gauche. Ensuite, le faisceau M, se divise de nouveau en trois branches dont les deux latérales deviennent les fais-

ceaux dans les nervures secondaires suivantes et l'autre médiane se répète successivement jusqu'au sommet du limbe.

TRIBU VII. — **Salicorneae.**

Salicornia fruticosa L.

Les feuilles du *Salicornia fruticosa* sont opposées, soudées en gaine recouvrant les entre-nœuds de la jeune tige ou du rameau et laissant une partie libre rudimentaire, dentiforme et échancrée au sommet. Cette plante a été étudiée par un grand nombre d'auteurs, notamment MM. Duval-Jouve (24), de Bary (5), P.-A. Dangeard (20), Monteil (47), Warming (79-80), H. Chermeson (14), etc. Plusieurs de ces auteurs ont décrit en détail sa structure et donné des figures. Pour notre part, nous n'aurons qu'à compléter leur description en ce qui concerne le parcours des faisceaux libéro-ligneux et le développement des divers tissus de la gaine recouvrant les entre-nœuds jusqu'au sommet de la feuille.

Si l'on pratique une coupe transversale au-dessous et près du nœud d'un jeune rameau, on observe deux faisceaux, l'un opposé à l'autre, quittant du cylindre central. Chacun de ces faisceaux se divise brusquement en trois (I, fig. 63) : « le médian avorte et sa disparition correspond à l'absence du pétiole et du limbe ; les deux autres se portent à droite et à gauche » ainsi que l'a décrit M. Dangeard dans sa note sur les *Salicornieae*.

En coupant en série un peu plus haut, on voit les deux faisceaux latéraux rejoindre immédiatement de part et d'autre les petits faisceaux libéro-ligneux de la gaine foliaire et ces derniers se relient successivement les uns aux autres par des réseaux (fig. 64).

En montant progressivement vers le nœud, la gaine foliaire commence à se séparer de la tige, mais elle ne se

divise pas encore en deux lobes. Dans les deux régions de la soudure, les faisceaux sont résorbés de plus en plus et finissent par disparaître.

Plus haut encore, c'est-à-dire au-dessus du nœud, la gaine foliaire se divise en deux lobes échancrés transversalement (III, fig. 63), voilà les feuilles proprement dites. Dans ces lobes, les faisceaux se résorbent ainsi après la

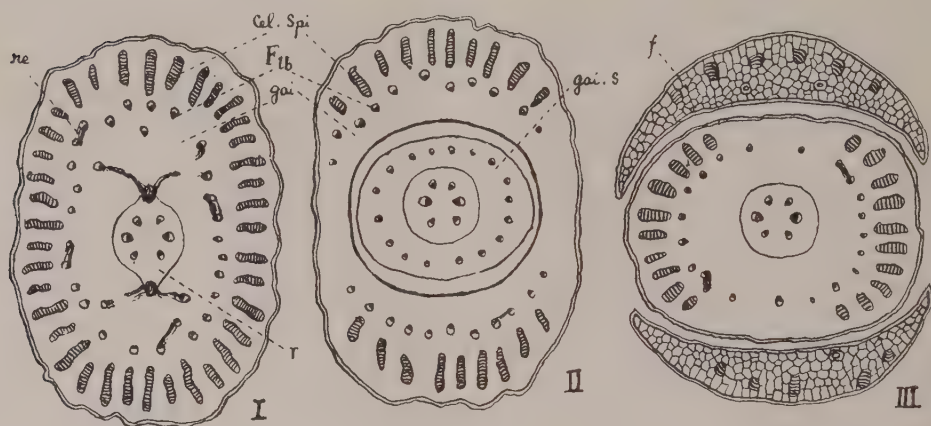


Fig. 63.

FIG. 63. — Coupes transversales successives de bas en haut sur un jeune rameau de *Salicornia fruticosa* L. — I, section au-dessous et près d'un nœud ; II, section à travers un nœud ; III, section au-dessus d'un nœud. — *Cel. spi*, cellule spiralée ; *Fib*, faisceau libéro-ligneux ; *re*, réseau libéro-ligneux ; *gai*, gaine foliaire ; *T*, tige proprement dite ; *gai.s*, gaine foliaire suivante ; *f*, feuille.

disparition des faisceaux des côtés latéraux. Il n'existe en dedans de l'épiderme qu'une couche de parenchyme qui renferme souvent quelques cellules sclérenchymateuses localisées près de la face supérieure et quelques cellules spiralées qui traversent plus ou moins obliquement l'épaisseur de la feuille.

Au fur et à mesure qu'on s'élève vers le sommet de la feuille, on constate que ces éléments disparaissent sauf

les cellules parenchymateuses polyédriques laissant entre elles des méats et que recouvre une assise épidermique.

Au point de vue de la différenciation des faisceaux libéro-ligneux dans la gaine foliaire, elle débute dans la partie corticale de la tige proprement dite à l'endroit où le parenchyme cortical s'accroît brusquement grâce à des rangées



FIG. 64. — Une portion de gaine foliaire
du *Salicornia fruticosa*.

tangentielles (fig. 1, pl. XII). Puis, en se divisant, certaines cellules arrivent à former de petits amas parenchymateux, ces amas se différencient ensuite chacun en un ou deux vaisseaux de bois à l'intérieur et en quelques éléments de liber à l'extérieur en présentant l'orientation normale.

Après la différenciation des faisceaux libéro-ligneux destinés à la gaine foliaire suivante, les cellules, entre ces faisceaux et l'épiderme de la tige (devenant l'épiderme

externe de la gaine foliaire suivante), s'allongent beaucoup en sens radial, les unes, plus grandes, deviennent les cellules spirales ; les autres forment les cellules en palissade.

TRIBU VIII. — **Sarcobatideae**

Sarcobatus vermiculatus Torr.

FEUILLE. — Les feuilles, étroites et charnues, ont une section triangulaire dans la partie inférieure (fig. 2, pl. XIII) et réniforme dans la partie supérieure.

L'épiderme a des cellules un peu bombées, à membrane externe légèrement épaissie ; les stomates se trouvent sur les deux faces et sont un peu enfoncés. Sous l'épiderme, l'hypoderme est formé d'une assise de cellules fréquemment oxalifères.

Le tissu palissadique est bien développé sur les deux faces, à méats nuls ou très petits. Son assise contiguë à l'hypoderme a ses éléments assez courts, mais les autres assises internes sont formées de cellules plus grandes et plus allongées.

Tous les faisceaux des nervures sont entourés par une assise de cellules régulièrement disposées et polyédriques, qui caractérise l'endoderme. Le faisceau médian est gros et accompagné de fibres sclérifiées, développées surtout au-dessus du bois et au-dessous du liber. Dans les faisceaux latéraux, ces fibres n'existent pas.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — L'étude de la tige nous a montré qu'un faisceau foliaire de la tige se rend à chaque feuille. A la base de cette dernière, nous trouvons que ce faisceau en se ramifiant à droite et à gauche donne une petite branche destinée à la nervure secondaire. En avançant vers le sommet de la feuille, ce faisceau médian s'affaiblit de plus en plus, parce qu'il

fournit successivement à droite et à gauche les branches des nervures secondaires. Il s'éteint en pointe libre à l'extrémité de la nervure médiane.

Les faisceaux des nervures secondaires se ramifient de la même manière en donnant à droite et à gauche les faisceaux des nervures tertiaires à taille sensiblement réduite.

TRIBU IX. — **Suaedeae.**

Suaeda glauca Bge.

La feuille du *Suaeda glauca* est légèrement charnue. La structure de la feuille de cette espèce est assez différente de celle des autres genres de cette famille.

Faisons une coupe transversale moyenne d'une feuille adulte de cette plante ; nous voyons, dans le mésophylle, 2 à 3 assises de parenchyme sur deux côtés (fig. 3, pl. XIII). Une ou deux assises externes de ce parenchyme sont formées de cellules relativement petites et courtes, renfermant de la chlorophylle ; l'assise profonde est toujours formée de grandes cellules fortement allongées et contient très peu ou pas du tout de chlorophylle. Toutes ces assises de cellules s'engrènent plus ou moins les unes dans les autres par leurs extrémités amincies ; entre elles, les méats sont nuls ou petits.

Le système libéro-ligneux dans la nervure médiane se compose également d'un seul faisceau, comme chez l'espèce précédente, à la base de la feuille. Sur les deux côtés, sont les faisceaux des nervures secondaires ou tertiaires, disposés suivant un arc très ouvert par rapport au grand axe de la feuille. Toutes les sortes de faisceaux sont séparées les unes des autres par une ou deux cellules polyédriques sans méats.

Dans le mésophylle de cette plante, les mâcles existent très rarement.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille du *Suaeda glauca* est simple et ressemble à celui du *Sarcobatus vermiculatus*. Quand un faisceau sort de la tige à la feuille, il émet successivement des faisceaux de nervures secondaires. Ces derniers se divisent eux-mêmes suivant une ligne et sont au nombre de 5 à 9 de part et d'autre du faisceau médian.

Suaeda fruticosa Forsk.

La structure de la feuille du *S. fruticosa* ne diffère pas beaucoup de celle du *S. glauca*. Elle a été décrite en détail par Warming (80), Solms-Laubach (65), Monteil (47) et Chermezon (14). Ces deux derniers auteurs en ont donné chacun une figure. En conséquence, nous n'insistons pas sur cet exemple.

Le parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la feuille du *S. fruticosa* est analogue à celui dans la feuille du *S. glauca*.

TRIBU X. — a) **Salsoleae-Sodinae**

Salsola soda L.

FEUILLE. — La feuille du *Salsola soda* a été étudiée par Monteil (47) et Chermezon (14), ce premier auteur en a donné deux figures, mais peu exactes.

Les cellules épidermiques sont isodiamétriques ou un peu allongées tangentiellement. Certaines cellules portent des poils courts et pointus ou obtus mais très rares et invisibles à l'œil nu. Les stomates sont légèrement enfoncés ou affleurent au niveau de l'épiderme (fig. 4, pl. XIII).

Au-dessous de l'épiderme, il y a une assise de cellules en palissade, serrées et petites, qui ne touchent pas directement à l'épiderme dont elles sont séparées par une couche d'hypoderme, dépourvue de chlorophylle mais contenant souvent des mâcles. En quelques endroits, on peut

voir une des cellules hypodermiques s'allonger et pénétrer entre les cellules palissadiques. A l'intérieur de ces dernières, on trouve encore une couche verte de cellules polyédriques ou cubiques appelée « gaine amylofère » par M. Chermeson. Elle contient également de nombreux chloroplastes comme dans les cellules palissadiques.

L'hypoderme, le parenchyme palissadique et la couche verte se différencient d'abord sur les deux côtés de la face inférieure de la feuille et à la base de celle-ci (I, fig. 65). Ces tissus se différencient ensuite sur les deux côtés de la face supérieure formant ainsi quatre bandes s'étendant en longueur jusqu'au milieu de la feuille (II et III, fig. 65). Enfin, ils s'unissent deux à deux pour donner deux bandes interrompues dans la région médiane supérieure et inférieure (IV, fig. 65).

Le tissu aquifère central est constitué par de grandes cellules polyédriques à méats nuls ou très petits, dépourvues de pigment chlorophyllien mais renfermant quelques grosses mâcles.

Le système libéro-ligneux se compose de trois faisceaux principaux : un médian et deux latéraux dans la partie inférieure de la feuille. Ces trois faisceaux possèdent un péricycle collenchymateux à leur face inférieure ainsi qu'au-dessus de leur bois. En outre, il y a encore quelques petits faisceaux tels que P_{lg} , P_{llg} , etc. (I, fig. 65) qui se détachent tantôt du faisceau médian, tantôt des faisceaux latéraux pour se rendre à la région en contact avec la gaine amylofère où on trouve beaucoup de petits faisceaux à bois toujours vers l'extérieur comme M. Dangeard l'a signalé chez les *Salsoleae*.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Un faisceau foliaire de la tige qui pénètre dans la feuille, se divise tout de suite en trois : L_g , M , L_d , ou plus souvent en cinq : P_{lg} , L_g , M , L_d , P_{ld} . Dans ce dernier cas, les P_{lg} , P_{ld} se détachent de la base des L_g , L_d . Ensuite, le M four-

nit de nouveau deux petits faisceaux P_{lig} , P_{lid} , un de chaque côté. A ce moment, les deux premières bandes des cellules en palissade accompagnées de l'hypoderme externe et la couche verte interne se différencient des deux côtés de la face inférieure, ainsi que beaucoup de petits fais-

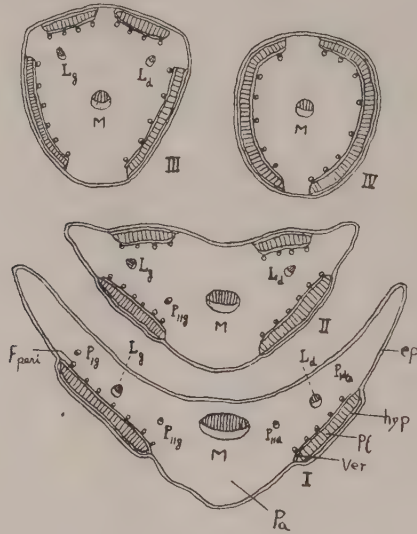


Fig. 65.

FIG. 65. — *Salsola soda* L. — I, II, III, IV, sections transversales de bas en haut à travers la feuille. — *ep*, épiderme ; *hyp*, hypoderme ; *pl*, parenchyme palissadique ; *ver*, couche verte ; *F_péri*, faisceau périphérique à bois en dehors ; *Pa*, parenchyme aquifère ; *M*, faisceau médian ; *L_g*, *L_d*, faisceaux latéraux ; P_{lig} , P_{lid} , P_{lia} , P_{lia} , petites ramifications libéro-ligneuses normales.

ceaux qui prennent naissance d'une manière autonome et se disposent sur une ligne directement en contact avec la couche verte ; dans ces derniers, le bois est toujours en dehors (I, fig. 65 et fig. 4, pl. XIII).

Les faisceaux P_{ig} , P_{id} orientés d'abord vers la face supérieure tournent ensuite vers le bord latéral de la feuille par suite d'une rotation de 90 degrés et ils émettent

successivement quelques branches, puis, exécutant encore un angle de 90 degrés, ils se rendent à la région en contact avec la couche verte à la face inférieure de la feuille, ou plus souvent les P_{Ig} et P_{Id} se mettent en communication avec les autres petits faisceaux déjà signalés. Un peu plus haut, les P_{Ig} et P_{Id} viennent directement au contact de la couche verte à la face inférieure.

Avant que les P_{Ig} , P_{Id} ne soient épuisés, les P_{Iig} , P_{Iid} ont fait déjà de la même façon que ces derniers.

Si l'on examine une coupe transversale faite vers le $1/8$ de la hauteur de la feuille à partir de sa base, on voit que le P_{Iid} est épuisé et que le P_{Iig} est en train de se diriger vers la face inférieure foliaire (II, fig. 65). A ce niveau, on constate que les deux dernières bandes de cellules en palissade accompagnées de l'hypoderme externe et la couche verte interne se différencient des deux côtés de la face supérieure et les L_g , L_d s'orientent de plus en plus vers les deux angles supéro-latéraux par suite d'une rotation environ de 45 degrés (fig. 4, pl. XIII). Ces deux faisceaux émettent continuellement des petites branches de part et d'autre qui vont aux faces supérieure et inférieure. De son côté, le faisceau M détache aussi des branches se rendant uniquement à la face inférieure.

Par suite de ces sorties, les faisceaux L_g , L_d sont épuisés vers le quart supérieur de la feuille. A partir de ce niveau, la sortie des petites branches se fait seulement aux dépens du bord du faisceau médian M jusqu'au sommet de la feuille.

Salsola Kali L.

La structure de la feuille du *Salsola Kali* diffère peu de celle du *Salsola soda*. Ses particularités sont les suivantes :

1° Il n'existe pas d'hypoderme.

2° Le péricycle n'est pas collenchymateux mais sclérénchymateux.

3° Vers le milieu de la feuille, on ne trouve que deux

bandes de parenchyme en palissade interrompues dans la région médiane, du côté supérieur et inférieur.

4^o Le sommet de la feuille se termine par un aiguillon composé de plusieurs cellules à parois épaissies et lignifiées.

Le parcours des faisceaux de la feuille du *S. Kali* ressemble exactement à celui du *S. soda*.

Traganum nudatum Delile.

La section transversale de la feuille du *Traganum nudatum* comparée à celle du *Salsola soda* est caractérisée de la façon suivante :

1^o A la base de la feuille, il y a de nombreux poils unicellulaires et très allongés. Ils sont visibles à l'œil nu ; mais sur la partie médiane et supérieure de la feuille, ils deviennent courts et invisibles à l'œil nu.

2^o A la base de la feuille, le parenchyme palissadique se présente sous l'épiderme supérieur et inférieur.

3^o Le faisceau médian est relativement petit ; il peut ou non être couvert de cellules lignifiées au dos du liber, mais elles manquent toujours au-dessus du bois.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille du *T. nudatum* ne diffère pas notablement de celui de la feuille du *Salsola soda*. Seulement le faisceau médian émet successivement à droite et à gauche cinq ou six branches qui persistent dans le parenchyme aquifère sur une faible étendue et passent ensuite au contact de la couche verte.

b) *Salsoleae-Anabasinæ*.

Ofaiston monandrum C. A. Mey.

FEUILLE. — La feuille de l'*Ofaiston monandrum* est alterne, courte et en forme de croissant sur une section transversale moyenne (II, fig. 66).

Les cellules épidermiques sont assez petites, isodiamétriques à la face inférieure, mais bien allongées tangentiellement à la face supérieure ; les stomates ne sont nombreux qu'à la face inférieure et sont légèrement enfoncés par rapport à la surface épidermique (fig. 5, pl. XIII).

Sous l'épiderme inférieur, on trouve une assise de cellules palissadiques, peu allongées et interrompues au-dessous du faisceau médian par une ou deux cellules incolores dans la région supérieure de la feuille (III, fig. 66). Le tissu du parenchyme incolore est formé par des cellules grandes et polyédriques sans méats et dépourvues de mâcles. Entre le tissu parenchymateux incolore et les cellules palissadiques, il existe toujours une assise verte, à cellules cubiques ou polyédriques, et des petits faisceaux périphériques inverses qui se trouvent sur cette assise verte, analogues à ceux des *Salsola* et du *Traganum nudatum* que nous avons décrits plus haut.

Au-dessous de l'épiderme supérieur, on rencontre plus souvent une ou deux assises de cellules scléreuses dans la feuille très âgée, le faisceau médian et les faisceaux latéraux la touchent directement. Sur ce côté, on n'y trouve jamais de tissu en palissade.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE — Un faisceau foliaire sortant de la couronne centrale de la tige, se trifurque dans le nœud de la feuille, nous désignons ces faisceaux L_{Ig} , M , L_{Id} . Les deux faisceaux latéraux L_{Ig} et L_{Id} émettent ensuite respectivement les L_{IIg} et L_{IIId} qui se dirigent rapidement vers les extrémités du bord de la feuille (I, fig. 66) où ces derniers s'anastomosent très souvent avec les petits faisceaux, venant de la périphérie inférieure, en nombre variable. Ces petits faisceaux orientés bois en dehors sortent directement de la gaine foliaire soudée à la tige comme nous les avons indiqués lors de l'étude de la tige.

Un peu au-dessus de la base de la feuille, les L_{IIg} et

L_{iid} par suite d'une rotation de 180 degrés s'orientent de la face supérieure vers la face inférieure et communiquent avec les faisceaux périphériques voisins par les réseaux. Enfin, ils deviennent eux-mêmes des faisceaux périphériques.

Quand les L_{iig} et L_{iid} sont épuisés, les L_{ig} et L_{id} se continuent de la même façon que les L_{iig} , L_{iid} ; ils passent

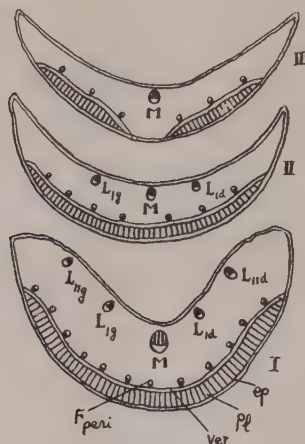


Fig. 66.

FIG. 66. — *Ofaiston monandrum* C. A. Mey. — I, II, III, sections transversales successives de bas en haut sur la feuille. — Mêmes lettres que dans la figure 65.

vers la face inférieure où ils se comportent comme ces derniers (II, fig. 66). Si l'on coupe vers le milieu de la feuille, on ne voit qu'un faisceau normal médian qui se trouve du côté de la face supérieure (III, fig. 66) et qui ne cesse de fournir à droite et à gauche des petits faisceaux se rendant sous l'assise verte. Il est épuisé vers l'extrémité de la feuille où les cellules palissadiques et les faisceaux périphériques ont déjà disparu.

Noaea spinosissima Moq.

FEUILLE. — La feuille du *Noaea spinosissima* a été étudiée en particulier par M. Dangeard (21). Nous la figurons (fig. 6, pl. XIII) et complétons sa description.

Les cellules épidermiques sont isodiamétriques ou allongées un peu tangentiellement, recouvertes d'une cuticule renforcée, certaines de ces cellules sont prolongées en papilles ou poils courts, à parois épaissies. A cet épiderme, fait suite une assise de cellules palissadiques, puis une assise verte, à cellules cubiques ou polyédriques avec ses petits faisceaux périphériques inverses et le tissu incolore, analogues à ceux de l'*Ofaiston monandrum*. Toutefois, en coupant vers le milieu de la feuille, les cellules palissadiques forment, sous l'épiderme, un anneau complet sauf au milieu de la face supérieure où elles sont interrompues par deux ou trois cellules incolores renfermant de l'oxalate de calcium en oursin. De même, on en trouve partout dans le tissu incolore central.

Le système libéro-ligneux normal ne se compose que d'un faisceau à la base de la feuille. En dehors du liber, il existe une grande masse de fibres à parois fortement épaissies.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux de la tige à la feuille est analogue à celui de l'*Ofaiston monandrum*. Cependant, à la base de la feuille, les deux faisceaux latéraux qui se détachent du faisceau médian ne sont pas toujours bifurqués. Dans ce cas, ils tournent rapidement d'un certain degré de façon à prendre une orientation inverse et à fournir les faisceaux périphériques au contact de l'assise verte.

Si l'on fait des coupes transversales en série de la base au sommet, on voit encore un ou deux faisceaux qui se détachent de part et d'autre de la même manière du faisceau médian pour établir les faisceaux périphériques.

Noaea major Bge.

La structure de la feuille du *N. major* diffère de celle de la feuille du *N. spinosissima* par :

1^o Une assise de l'hypoderme à parois minces contenant souvent des mâcles.

2^o Une assise de cellules palissadiques et une assise verte à cellules cubiques ou polyédriques, qui se continuent l'une et l'autre sous l'épiderme vers le milieu de la feuille.

Le parcours des faisceaux du *Noaea major* est analogue à celui du *N. spinosissima*.

Anabasis aretioïdes Moq. et Con.

FEUILLE. — Les deux épidermes constitués par des cellules petites, plus ou moins aplaties dans le sens tangentiel et fortement cutinisées, sont semblables à la base de la feuille où se trouvent de nombreux poils articulés et très allongés. Les cellules hypodermiques sont variables, à parois épaissies aux angles, elles ne forment tout d'abord qu'une assise sous les deux faces, mais il existe plusieurs assises aux deux angles latéro-supérieurs. Un peu plus haut, le parenchyme palissadique et l'assise verte se différencient sur les deux côtés de la face inférieure. A ces endroits, l'hypoderme augmente son épaisseur de 4 à 5 rangées de cellules qui contiennent de nombreuses mâcles (fig. 7, pl. XIII et fig. 67, I), les stomates s'engagent profondément dans l'hypoderme où ils occupent le fond de sortes de puits.

A la partie supérieure de la feuille, l'hypoderme, le parenchyme palissadique et l'assise verte font un cercle complet au-dessous de l'épiderme (II, fig. 67) ; les poils sont absents ; le parenchyme fondamental se compose de grandes cellules à parois épaissies et renferme des mâcles extrêmement nombreuses.

Le système libéro-ligneux présente trois faisceaux dans

la base de la feuille ; au dos de chaque faisceau, on observe une grande masse de fibres à parois très épaissies comme chez les *Noaea*. En outre, les faisceaux périphériques inverses se différencient après avoir formé du parenchyme palissadique d'une façon autonome, toujours avec bois en contact direct avec l'assise verte comme dans les autres genres des *Salsoleae*.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Un faisceau venant de la tige et trifurquant dans la feuille ne dif-

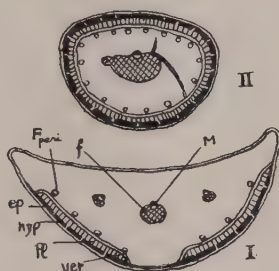


Fig. 67.

FIG. 67. — *Anabasis aretioides* Moq. et Con. — Sections transversales sur la feuille. — I, Coupe en base de la feuille ; II, Coupe à la partie supérieure de la feuille. — *f*, fibre ; *M*, faisceau médian ; *Fperi*, faisceau périphérique à bois en dehors ; *ver*, assise verte ; *pl*, parenchyme en palissade ; *ep*, épiderme.

fère pas de celui que nous avons indiqué chez le *Noaea spinosissima*.

Anabasis articulata Moq.

FEUILLE. — La section transversale moyenne d'une feuille d'*Anabasis articulata* ressemble beaucoup à celle d'*A. aretioides*. Toutefois, elle présente les particularités suivantes :

1° L'hypoderme se compose de 2 à 3 assises de cellules

dont on voit les assises externes lignifiées en fibres à parois fortement épaissies et une autre interne, à parois minces, qui est en contact avec le parenchyme palissadique et contient des mâcles presque dans chaque cellule comme dans la gaine foliaire de la tige.

2^o Les puits des chambres sus-stomatiques sont moins profonds que ceux des chambres sus-stomatiques d'*A. aretioïdes*.

3^o Le parenchyme palissadique, l'assise verte et les faisceaux périphériques inverses se forment directement dans la partie de la gaine foliaire soudée à la tige comme chez l'*Ofaiston monandrum*.

4^o Il n'existe pas de parenchyme en palissade sous la face supérieure dans les parties élevées de la feuille.

5^o Le parenchyme incolore ne renferme pas beaucoup de mâcles.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux de la tige à la feuille montre une grande ressemblance avec celui du *Noaea spinosissima*. Seulement, ici le faisceau médian s'éteint rapidement en pointe libre avant d'atteindre le sommet de la feuille.

RÉSUMÉ.

En résumé, la feuille des Chenopodiacées présente les caractères suivants :

1^o Les feuilles sont, pour la plupart, linéaires ou étroitement lancéolées, sessiles et parfois charnues. Dans la Tribu des *Salicorneae* et une partie des *Salsoleae* (*Anabasinæ*), elles sont soudées en gaine recouvrant les entrenœuds de la tige et laissant une portion libre rudimentaire, dentiforme et échancrée au sommet. Au contraire, dans les *Beteae*, *Chenopodeae* et *Atripliceae*, elles sont toujours pétiolées et de forme variable.

2^o Les poils sont de diverses sortes ; certaines espèces

sont caractérisées par certains poils. Mais ils sont presque toujours pluricellulaires et rarement unicellulaires.

3^o Le mésophylle possède fréquemment du parenchyme en palissade sur deux faces.

4^o Beaucoup d'espèces appartenant aux Tribus des *Atripliceae*, *Camphorosmeae* et *Salsoleae* ont une gaine endodermique dans le limbe bien caractérisée.

5^o Le péricycle est formé très souvent de cellules collenchymateuses ou fibreuses dans le pétiole ou dans la base de la nervure médiane.

6^o L'oxalate de chaux est abondant, sauf chez les *Suaedeae* et *Salicorneae* où il est rare. Il se présente tantôt sous forme de mâcles, tantôt sous l'aspect de cristaux pulvérulents qui remplissent certaines cellules en paraissant des taches noires.

7^o Chez la plupart, la feuille ne reçoit de la tige qu'un seul faisceau ; chez d'autres *Beteae*, *Chenopodeae* et *Atripliceae*, elle présente de 3 à 5 ou même 7 faisceaux du cylindre central de la tige.

8^o Lorsqu'un faisceau principal entre dans la feuille, les faisceaux latéraux sont produits à la base de la feuille par l'extension latérale de ce faisceau principal.

9^o Le faisceau médian est, en général, plus gros que les faisceaux latéraux et suit jusqu'à son sommet la nervure médiane (excepté dans les *Salicornia*).

10^o Les faisceaux marginaux ne diffèrent de ceux latéraux que par leur taille plus petite et par leur disposition externe dans la base de la feuille. Ils se détachent de bonne heure presque toujours des faisceaux latéraux, mais rarement du faisceau médian.

11^o Il n'existe pas de faisceaux supérieurs excepté chez quelques espèces de *Chenopodeae* et d'*Atripliceae*.

12^o Chez les *Salsoleae*, dans la région en contact avec une assise verte de cellules cubiques ou polyédriques, on observe de petits faisceaux libéro-ligneux à bois toujours

tourné vers l'extérieur. Cette disposition caractérise cette tribu ainsi que l'a signalé M. Dangeard.

* * *

AMARANTACÉES

TRIBU I. — *Celosieae*

Deeringia celosioïdes R. Br.

PÉTIOLE. — Une section transversale moyenne du pétiole montre (IV, fig. 69) :

1^o Une assise de cellules épidermiques.

2^o Une masse de tissu fondamental.

3^o Huit faisceaux libéro-ligneux disposés en un cercle et, en outre, deux petits faisceaux marginaux.

Les cellules épidermiques sont légèrement cutinisées ; leur forme est généralement plus ou moins rectangulaire (fig. 2, pl. XIV). Elles présentent quelques stomates sur les faces latérales et supérieure.

Sous l'épiderme, se trouve une couche de cellules collenchymateuses, à membrane peu épaissie. Elles forment deux ou trois assises, interrompues du côté supérieur et sur les faces latérales par quelques îlots de cellules minces renfermant plus ou moins de chlorophylle et à l'extérieur desquelles se trouvent souvent des stomates.

En dedans du collenchyme, on trouve un tissu parenchymateux formé de cellules arrondies, à parois minces, laissant entre elles des méats. L'assise la plus profonde ne présente pas les caractères d'un endoderme.

Ensuite, nous trouvons huit faisceaux libéro-ligneux disposés en cercle et symétriques par rapport à un seul plan supéro-inférieur passant par le pétiole, puis deux petits faisceaux marginaux du côté supérieur.

Une coupe à un niveau un peu plus élevé montre des

faisceaux centraux naissant des faisceaux supérieurs et inférieurs dans le parenchyme médullaire. Nous expliquons plus loin le parcours des faisceaux dans cette feuille.

A l'intérieur du système libéro-ligneux, se trouve un parenchyme médullaire analogue au parenchyme extérieur aux faisceaux. C'est dans le parenchyme extérieur et dans le parenchyme médullaire que sont disséminés çà et là, un assez grand nombre de cristaux mâclés d'oxalate de chaux.

LIMBE. — Sur une section transversale moyenne du limbe de *Deeringia celosioïdes* (fig. 3, pl. XIV), on voit les cellules épidermiques allongées tangentiellement dans l'épiderme supérieur et arrondies dans l'épiderme inférieur. Ces cellules ne contiennent pas de chlorophylle. L'assise inférieure de cellules épidermiques est percée de nombreux stomates.

Les poils n-cellulaires unisériés existent rarement sur le limbe. Ils sont souvent localisés dans le sillon de la face supérieure et recourbés dans un sens quelconque (fig. 4, pl. XIV).

Au-dessous de l'épiderme supérieur se trouve une assise de parenchyme en palissade dont les éléments sont allongés perpendiculairement à la surface, serrés les uns contre les autres, et qui renferment de la chlorophylle en abondance.

Le parenchyme lacuneux comprend trois à quatre rangs de cellules un peu allongées tangentiellement, renfermant moins de chlorophylle que les cellules en palissade et laissant entre elles de grandes lacunes. Dans cette couche, il y a de nombreuses mâcles fines (fig. 3, pl. XIV).

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le système libéro-ligneux sort de la tige au niveau du pétiole et présente d'abord l'aspect d'un fer à cheval formé par la réunion de nombreux fascicules (fig. 69, I). Puis, il se

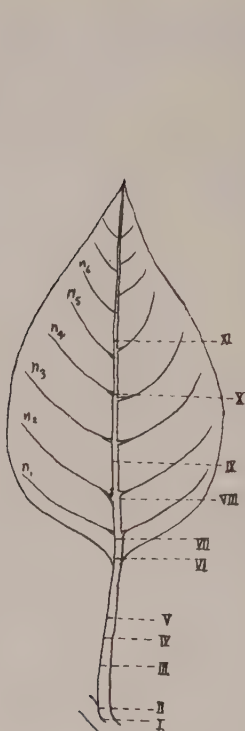


Fig. 68.

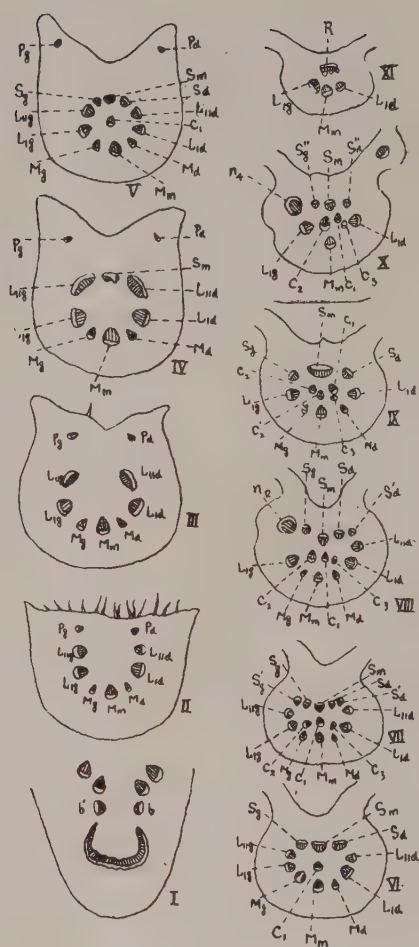


Fig. 69.

FIG. 68. — Feuille du *Deeringia celosioides* R. Br.

FIG. 69. — Sections transversales successivement de la feuille aux niveaux I, II, III, ...XI de la figure 68. — M_g , M_m , M_d , faisceaux inférieurs ; L_{lg} , L_{lg} , L_{ld} , L_{ld} , faisceaux latéraux ; S''_g , S'_g , S_g , S_m , S'_d , S_d , S''_d , faisceaux supérieurs ; P_g , P_d , faisceaux marginaux ; C_1 , C_2 , C'_2 , C_3 faisceaux centraux ; n_1 , n_2 , n_3 ... n_6 , faisceaux passant dans les nervures secondaires ; b , b' , faisceaux du bourgeon axillaire ; R, réunion des faisceaux supérieur et centraux.

divise en neuf faisceaux que nous nommons : trois faisceaux inférieurs M_g , M_m , M_d ; quatre faisceaux latéraux L_{Ilg} , L_{Ig} , L_{Id} , L_{IId} , et deux petits faisceaux marginaux P_g , P_d (fig. 69, II).

En pratiquant des coupes transversales en série, de plus en plus haut vers le tiers inférieur du pétiole (fig. 69, III), on observe que le fer à cheval, formé par le système libéro-ligneux, se ferme graduellement vers la partie supérieure, les faisceaux latéraux L_{Ilg} , L_{IId} tournant progressivement leur liber vers le haut. En même temps, les faisceaux marginaux P_g , P_d sont peu à peu repoussés du fer à cheval vers l'extérieur.

Faisons une coupe transversale au milieu du pétiole (fig. 69, IV). Elle nous montre, dans le cylindre central, dix faisceaux libéro-ligneux : huit faisceaux disposés en anneau et deux petits faisceaux marginaux dont nous avons parlé plus haut. Ici le faisceau supérieur S_m , s'est détaché du faisceau latéral L_{Ilg} .

Le faisceau supérieur qui fait face au faisceau inférieur M_m , s'élargit peu à peu tangentiellement. Son liber se divise en partie pour pénétrer dans le faisceau du bois (fig. 1, pl. XIV). Le bois est ainsi séparé en deux masses b et b' par le liber L' . Il se forme alors à partir du liber L' et du bois b' le faisceau central C_1 . Enfin le faisceau C_1 se place à l'intérieur des faisceaux en anneau (fig. 69, V). En même temps, un fascicule s'est détaché de l'extrémité gauche du faisceau latéral L_{IId} et se réunit au faisceau supérieur S_m . Les faisceaux latéraux L_{Ilg} , L_{IId} émettent chacun encore une ramification. Elles tournent aussi leur liber vers le haut de sorte que le nombre total des faisceaux supérieurs est porté à trois. Désignons par S_g la ramification de L_{Ilg} et par S_d celle de L_{IId} .

A partir de ce niveau, des coupes transversales faites en se rapprochant du limbe montrent que les faisceaux parcourent le pétiole supérieur dans presque toute sa longueur sans se ramifier ni contracter d'anastomoses.

Enfin, l'examen de coupes faites à la base du limbe nous fait voir (fig. 69, VI) le faisceau inférieur M_g émettant le faisceau central C_2 qui se dirige vers l'intérieur des faisceaux en anneau. De même, le faisceau inférieur M_d détache le faisceau central C_3 . Tout se passe comme nous l'avons décrit pour expliquer la formation de C_1 à partir du faisceau supérieur S_m . Au niveau VII (fig. 69, VII), nous voyons trois faisceaux centraux disposés sans ordre. A ce même niveau, les faisceaux S_g et S_d ont émis encore, latéralement, à droite et à gauche, les branches S'_g et S'_d . Ces dernières, plus tard, se réunissent avec celles qui se sont détachées des faisceaux L_{1g} et L_{1d} pour former les faisceaux des nervures secondaires n_1 , à droite et à gauche.

A sa sortie du cylindre central, le faisceau qui se rend à une nervure secondaire telle que n_2 (fig. 69, VIII) se forme d'abord entre les bords correspondants du faisceau latéral L_{1g} et du faisceau supérieur S_g et à leurs dépens. Ensuite, il tourne peu à peu son bois vers le haut et quitte de place en place le système libéro-ligneux de la nervure médiane pour se rendre à la nervure secondaire. La sortie du faisceau de droite se fait de la même manière que celle du faisceau de gauche.

Suivons, par exemple, le faisceau supérieur S_g . Il se divise de nouveau en deux branches. L'une vient s'accoler au bord supérieur du faisceau latéral qui s'est détaché du L_{1g} en formant la nervure secondaire n_3 , l'autre au faisceau latéral qui s'est détaché aussi de L_{1g} pour donner la nervure secondaire n_4 (fig. 69, X).

Quant au faisceau latéral L_{1g} , il s'épuise par émission de faisceaux dans les nervures secondaires jusqu'à n_6 (fig. 68, n_6). La sortie des faisceaux se fait alors aux dépens du bord du faisceau inférieur M_m et du faisceau supérieur S_m jusqu'au sommet du limbe.

Les faisceaux inférieurs M_g , M_d après avoir donné les faisceaux centraux C_2 , C_3 , diminuent peu à peu de volume et disparaissent vers le milieu du limbe (fig. 69, IX, X).

Les faisceaux centraux, d'abord au nombre de trois : C_1 , C_2 , C_3 , se divisent ensuite eux-mêmes en 4 ou 5 faisceaux. Vers le milieu du limbe ils peuvent se réunir deux à deux. En IX (fig. 69, IX) par exemple, nous voyons le faisceau C_2 se diviser en 2, C_2 , C'_2 ; mais, ceux-ci, au niveau X (fig. 69, X) sont encore soudés en un gros faisceau unique.

Sur des coupes transversales pratiquées de plus en plus haut, au-dessus du milieu du limbe, on voit les faisceaux centraux se rapprocher peu à peu des faisceaux supérieurs et les vaisseaux de ces deux sortes de faisceaux se faire face. Enfin, ils s'accolent en file. En ce point, le faisceau présente donc alors du liber sur les deux faces du bois que nous nommons R (fig. 69, XI).

Des coupes en série un peu plus haut montrent que le liber intérieur accomplit peu à peu une rotation de 180 degrés qui l'amène dans une situation externe en reformant ainsi le faisceau supérieur normal S_m qui est épuisé vers le sommet du limbe.

PARCOURS DES FAISCEAUX DE LA FEUILLE DE *DEERINGIA*
ALTISSIMA F. MUELL. — Le pétiole de la feuille de *Deeringia altissima* comme celui de *Deeringia celosioïdes*, reçoit de la tige un arc libéro-ligneux en fer à cheval constitué par la réunion de nombreux fascicules. Ensuite, ces fascicules s'isolent en 7 faisceaux disposés en cercle et en deux petits faisceaux accessoires A_g , A_d , qui détachent par leurs extrémités supérieures les faisceaux L_{IIg} et L_{IIId} (fig. 70, I). A un niveau supérieur de 2 ou 3 millimètres à celui de la figure précédente, ces deux petits faisceaux A_g , A_d se portent peu à peu à la partie supérieure et les faisceaux L_{IIg} et L_{IIId} détachent deux petits faisceaux marginaux P_g , P_d (fig. 70, II) ; en même temps, les faisceaux latéraux L_{Ig} , L_{Id} émettent deux fascicules intercalaires I_g , I_d , qui se soudent bientôt au faisceau médian M. La fig. 70, III, montre que les deux petits fais-

ceaux A_g , A_d se terminent en pointe libre et que les faisceaux L_{IIg} , L_{IIId} s'unissent respectivement aux faisceaux L_{Ilg} , L_{IId} . C'est pourquoi, à ce niveau, nous voyons 5 faisceaux se disposer suivant un cercle et deux faisceaux P_g , P_d se porter à la partie supérieure.

Au fur et à mesure qu'on monte vers le milieu du pétiole

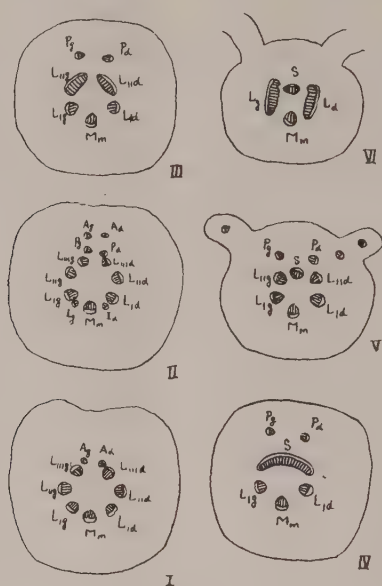


Fig. 70.

FIG. 70. — *Deeringia altissima* F. Muell. — I, II, III, ...VI, sections transversales successives de bas en haut à travers la feuille.

on observe que les deux faisceaux L_{IIg} , L_{IIId} se soudent en formant un arc de cercle libéro-ligneux supérieur S (fig. 70, IV). Le dernier va de ce niveau à la base du limbe sans se ramifier ni contracter d'anastomoses.

Puis, le faisceau S se divise en 3 branches (fig. 70, V). L'une, celle du milieu, reste le faisceau supérieur S. Les deux autres, latérales, redeviennent les faisceaux L_{Ilg} ,

L_{Id}. Les faisceaux P_g, P_d se divisent en un ou deux petits fascicules en allant vers les lobes latéraux.

Ensuite, les faisceaux latéraux L_{Ig}, L_{Iig} d'une part, L_{Id}, L_{IId} d'autre part, ne tardent pas à se réunir deux à deux en constituant les faisceaux L_g et L_d (fig. 70, VI) qui commencent à émettre successivement à chaque extrémité supérieure les nervures secondaires, à droite et à gauche. Quand ces dernières se séparent des faisceaux latéraux, il part, généralement, du faisceau supérieur un petit faisceau qui le remplace et se soude aux faisceaux L_g et L_d.

Lorsque l'émission des faisceaux dans les nervures secondaires a épuisé les faisceaux latéraux, elle se poursuit aux dépens du faisceau médian et l'épuise à son tour.

Chez le *Deeringia indica* Zoll., le parcours des faisceaux dans le pétiole et dans le limbe ne diffère de celui des feuilles de *Deeringia celosioïdes* que par l'absence des faisceaux centraux ; on trouve ici, de plus, cinq faisceaux inférieurs au lieu de trois chez le *Deeringia celosioïdes*.

Chez le *Deeringia polysperma* Moq., la marche des faisceaux est analogue à celle que présente le *Deeringia indica* mais il y a dans ce cas un faisceau latéral de plus de chaque côté du pétiole.

Celosia cristata L.

PÉTIOLE. — La section transversale moyenne du pétiole du *Celosia cristata* L. a été expliquée par L. Petit (51) : « poils nuls. La caractéristique a la forme d'un trapèze isocèle munie à son côté supérieur le plus grand, de deux lobes latéraux. On y trouve du collenchyme en couche mince, interrompue. Le tissu conjonctif se compose de cellules polyédriques à petits méats, avec cristaux pulvérulents. Le système libéro-ligneux est représenté par 3 faisceaux principaux : un médian inférieur et deux autres très rapprochés du premier, plus développés que lui et

disposés suivant les branches d'un V. On trouve aussi dans chaque lobe deux ou trois petits faisceaux. »

Nous sommes tout à fait d'accord avec cet auteur pour la structure du pétiole que nous étudions dans cette plante.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe de *C. cristata* montre :

1^o Une assise supérieure de cellules épidermiques aplaties. Cet épiderme porte un petit nombre de poils unisériés à parois minces.

2^o Une zone de parenchyme en palissade comprenant trois ou quatre rangées de cellules très peu allongées et gorgées de chlorophylle.

3^o Une zone de parenchyme lacuneux comprenant quatre ou cinq rangées de cellules orientées dans un sens quelconque, renfermant un peu de chlorophylle. C'est dans les assises les plus profondes de ce tissu que circulent les petites ramifications libéro-ligneuses et qu'on rencontre les petits cristaux pulvérulents.

4^o Une assise inférieure de cellules épidermiques arrondies, percées de nombreux stomates, quelques-unes sont allongées en poils comme les cellules de l'épiderme supérieur.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux pénétrant dans le pétiole sont au nombre de trois : un médian inférieur M et deux latéraux L_g, L_d. Ces derniers émettent immédiatement deux petits faisceaux marginaux qui ne tardent pas à se diviser chacun en deux ou trois fascicules P_g, P'_g, P_d, P'_d (fig. 72, I) pour se rendre ensuite dans chaque lobe latéral. Le nombre des faisceaux se maintient sans modification sur la plus grande longueur du pétiole. Tout près du limbe, il est encore constant. Mais, les faisceaux L_g, L_d augmentent peu à peu de taille.

Au moment où les faisceaux du pétiole pénètrent directement dans la nervure médiane du limbe, les faisceaux

latéraux L_g , L_d émettent deux faisceaux g , d (fig. 72, III) qui se rapprochent peu à peu de l'axe de la nervure médiane tandis qu'ils tendent à prendre un sens orientant le liber vers la face supérieure. Enfin, ils finissent par se

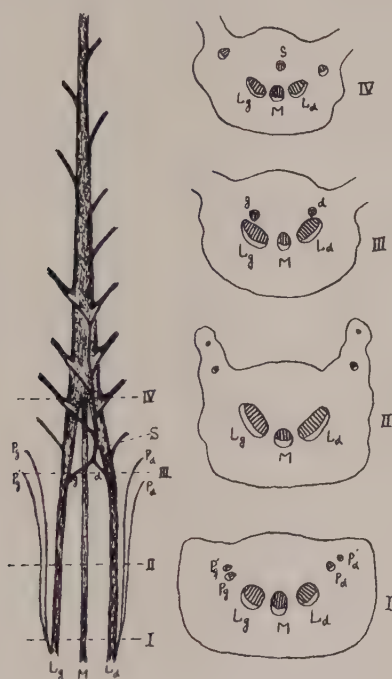


Fig. 71.

Fig. 72.

FIG. 71. — *Celosia cristata* L. — Course longitudinale des faisceaux dans la feuille.

FIG. 72. — Sections transversales de la feuille aux niveaux I, II, III, IV de la figure 71.

souder en un faisceau médian supérieur S , en face du faisceau médian inférieur M (fig. 72, IV).

L'émission des faisceaux dans les nervures secondaires à la base du limbe se compose d'un premier faisceau détaché du bord des faisceaux latéraux et d'un second, né du faisceau supérieur. Mais, exceptionnellement, les petites

nervures secondaires qui sortent se forment seulement aux dépens des faisceaux latéraux.

Par suite de ces sorties, les faisceaux latéraux L_g , L_d se rapprochent peu à peu du faisceau médian M auquel ils finissent par s'accoler latéralement en formant un arc libéro-ligneux. La fusion se fait environ au quart inférieur de la nervure médiane.

Le faisceau supérieur est complètement épuisé vers le milieu de la longueur de la nervure médiane. A partir de ce niveau, la sortie des faisceaux se fait uniquement aux dépens du bord de l'arc libéro-ligneux qui s'éteint à l'extrémité de la nervure médiane.

Les nervures secondaires quittent la nervure médiane sous un angle de 10 à 15 degrés ; elles émettent à droite et à gauche des nervures tertiaires ne présentant qu'un seul faisceau.

Celosia trigyna L.

La structure de la feuille de *C. trigyna* est analogue à celle du *C. cristata*. Toutefois, l'épiderme est dépourvu de poils ; le parenchyme en palissade du limbe se compose de deux rangées de cellules allongées. On trouve également dans cette assise des cristaux prismatiques d'oxalate de chaux. Le parcours des faisceaux dans la feuille ne diffère pas de celui que nous avons indiqué chez le *C. cristata*.

Celosia virgata Facq.

La section de la feuille de *C. virgata* ressemble beaucoup à celle de la feuille de *C. cristata* ; il existe cependant entre elles quelques différences :

1^o Les tissus de la feuille de *C. virgata* sont très réduits.

2^o Le système libéro-ligneux dans le pétiole médian est représenté par cinq faisceaux : un médian inférieur, quatre latéraux. De plus, on note l'existence de deux petits faisceaux marginaux, à droite et à gauche, dans chaque lobe.

Le parenchyme en palissade comprend une rangée de cellules, qui peuvent parfois se diviser tangentiellement donnant deux cellules cubiques.

Le parcours des faisceaux dans la feuille du *C. virgata* ne diffère pas notablement de celui des faisceaux dans la feuille du *C. cristata*. Les faisceaux qui pénètrent de la tige dans le pétiole sont ici encore au nombre de trois. Les deux faisceaux latéraux émettent ensuite chacun un petit faisceau marginal. Mais, en même temps, ces faisceaux latéraux se divisent de nouveau chacun en deux. Aussi y a-t-il, à partir de ce niveau (base du pétiole), cinq gros faisceaux dans le système libéro-ligneux. Ces faisceaux parcourent parallèlement presque toute la longueur du pétiole sans se ramifier, ni contracter d'anastomoses.

Lorsque les faisceaux du pétiole pénètrent dans la nervure médiane du limbe, les faisceaux latéraux les plus extérieurs de la nervure médiane sont émis directement, pour la première nervure secondaire, à droite et à gauche. Ensuite, l'émission des faisceaux vers les nervures secondaires se fait d'une manière semblable à celle de *C. cristata* décrit plus haut.

TRIBU II. — a) **Amarantinae**

Bosea yerva-mora L.

PÉTIOLE. — La section transversale médiane du pétiole de *Bosea yerva-mora* est un demi-cercle échancré sur sa face supérieure. Cette section montre une assise épidermique bien cutinisée et dépourvue de poils (fig. 5, pl. XIV).

Il existe au-dessous de l'épiderme une assise discontinue de collenchyme faisant place, sur les deux faces latérales, surtout, à une bande de parenchyme renfermant de nombreux grains de chlorophylle (fig. 5, pl. XIV).

Il y a lieu de distinguer dans le tissu fondamental deux régions : l'une corticale, l'autre médullaire (fig. 74, III).

La région corticale est formée de cellules larges, polyédriques, à parois épaissies. Elles renferment des mâcles localisées dans des cellules particulières, contiguës au parenchyme chlorophyllien. La région médullaire, intérieure au système libéro-ligneux, est formée de petites cellules, pour la plupart cristallifères.

Le nombre des faisceaux est variable en rapport avec les ramifications. En général, on trouve 14 faisceaux disposés en un anneau aplati : 3 faisceaux inférieurs, 6 latéraux et 5 supérieurs (fig. 74, III).

LIMBE. — La section transversale du limbe de *Bosea yerva-mora* est assez épaisse. Les cellules de l'épiderme supérieur sont allongées tangentielllement et recouvertes d'une mince cuticule. Au-dessous de l'épiderme se trouve un hypoderme collenchymateux à cellules rectangulaires et dépourvues de chlorophylle (*hyp*, fig. 6, pl. XIV). Puis, vient une bande de tissu parenchymateux épaisse formée de 7 ou 8 rangées de cellules. Les cellules des deux rangées supérieures sont allongées et renferment une petite quantité de chlorophylle ; elles représentent le parenchyme en palissade, *pl*, laissant en certains endroits de grandes lacunes. Les cellules des 5 ou 6 rangées inférieures sont plus ou moins arrondies ; et constituent le parenchyme lacuneux à méats intercalaires petits. Les nervures libéro-ligneuses se trouvent toujours dans le parenchyme lacuneux profond. Cependant, au niveau des grosses nervures du limbe, le parenchyme en palissade est interrompu et remplacé par un massif collenchymateux.

Les cellules épidermiques inférieures sont assez grosses et à parois minces. Elles portent des stomates en moins grand nombre. Sur les deux faces du limbe, il n'existe pas de poils.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le pétiole reçoit de la tige 5 faisceaux : L_{IIg} , L_{Ig} , M_m , L_{Id} ,

L_{IId} (fig. 74, I). Les faisceaux L_{Ig} , M_m , L_{Id} , pénètrent directement dans le pétiole en formant les faisceaux cintrés. Les faisceaux L_{IIg} , L_{IId} se divisent chacun en quatre branches, les unes restant latérales L'_{IIg} , L'_{IIg} , L'_{IId} , L'_{IId} , les autres devenant les faisceaux supérieurs S_{Ig} , S_{IIg} , S_{Id} , S_{IId} (fig. 74, II).

Un peu plus tard, le faisceau médian inférieur M_m , dé-



Fig. 74.

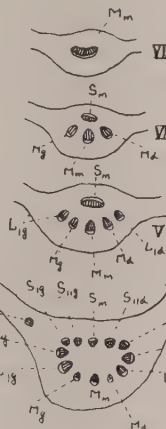


Fig 73.

FIG. 73. — *Bosea yerva-mora* L. — Course longitudinale des faisceaux dans la feuille.

FIG. 74. — *Bosea yerva-mora* L. — Sections transversales de la feuille aux niveaux I, II, III, ...VII de la figure 73.

tache deux petits faisceaux intercalaires M_g , M_d , et le faisceau S_{IId} se divise de nouveau en deux branches. L'une d'elles avance peu à peu vers le milieu et devient le faisceau médian supérieur S_m . Quand on pratique une coupe transversale au milieu du pétiole, on observe la disposition en anneau aplati et continu du système libéro-ligneux (fig. 74, III). Puis, les faisceaux L'_{IIg} , L'_{IId} détachent successivement un ou deux fascicules qui se rendent à chaque lobe latéro-supérieur.

Lorsque les faisceaux du pétiole pénètrent dans la ner-

vure médiane du limbe, les faisceaux L''_{ig} , L''_{id} sortent d'abord directement à droite et à gauche dans les nervures secondaires (fig. 74, IV). Puis, les faisceaux L'_{ig} , L'_{id} se divisent successivement en deux ou trois fascicules dont chacun occupe une nervure secondaire. Mais, lors de la dernière émission de faisceaux par L'_{ig} et L'_{id} , les faisceaux S_{ig} , S_{id} les accompagnent dans les nervures secondaires.

Au fur et à mesure qu'on monte vers le milieu de la nervure médiane, on observe la soudure graduelle des faisceaux S_{ig} , S_{id} avec le faisceau médian supérieur S_m (fig. 74, V). Ce faisceau s'amincit de plus en plus en fournissant à droite et à gauche les faisceaux des petites nervures secondaires. Il s'éteint vers le sommet du limbe. Les faisceaux L_{ig} , L_{id} , après la disparition totale des faisceaux L'_{ig} , L'_{id} , se bifurquent, donnant ainsi quatre branches dont les deux externes vascularisent tout d'abord une nervure secondaire. Plus haut, la vascularisation des nervures secondaires est, au contraire, assurée par les deux branches internes.

L'émission des faisceaux dans les nervures secondaires a épuisé les faisceaux L_{ig} , L_{id} . Elle se continue alors, encore une fois aux dépens des faisceaux M_g , M_d (fig. 74, VI).

Enfin, la nervure médiane ne contient plus que le faisceau M_m (fig. 74, VII) qui envoie, à droite et à gauche, deux ou trois fascicules vascularisant de nouvelles nervures secondaires. Il va en s'éteignant jusqu'à l'extrémité de la nervure médiane.

Le faisceau des nervures secondaires se termine en s'anastomosant bout à bout avec un faisceau voisin de manière à former vers le bord du limbe les arcades de premier ordre. Il est rare qu'un faisceau se termine en pointe libre.

Bosea amherstiana Hook.

La structure de la feuille de *Bosea amherstiana* rappelle de très près celle de la feuille de *B. yerva-mora* que nous avons décrite plus haut : il existe cependant entre elles quelques différences.

Dans le pétiole de *B. amherstiana* se trouve une assise

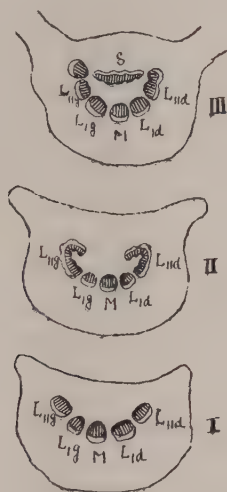


Fig. 75.

FIG. 75. — *Bosea amherstiana* Hook. — Sections transversales successives à travers la feuille. — I, à la base du pétiole ; II, au milieu du pétiole ; III, à la base du limbe.

continue de collenchyme ; on ne trouve pas, ici, la bande parenchymateuse chlorophyllienne de remplacement.

Dans le limbe, il n'existe plus d'hypoderme. Le tissu parenchymateux en palissade n'est pas interrompu par la grande lacune en certains endroits. Les cellules de parenchyme lacuneux sont allongées tangentiellement et disposées en files régulières.

Le système libéro-ligneux est représenté comme chez

le *B. yerva-mora*, par 5 faisceaux qui sortent de la tige (fig. 75, I). Mais le parcours des faisceaux dans le pétiole et dans le limbe diffère un peu de celui que nous avons indiqué chez le *B. yerva-mora*. A l'intérieur du pétiole, il n'existe pas de faisceaux M_g , M_d ; les faisceaux latéraux L_{IIg} , $L_{II d}$ sont de plus en plus élargis. Puis, à l'extrémité, ils se recourbent en dedans et se fendent chacun en deux parties, l'une latérale, l'autre supérieure (fig. 75, II). A partir de ce niveau, le système libéro-ligneux présente l'aspect d'un arc dont les extrémités seraient un peu recourbées en dedans et il reste sans modification sur toute la longueur supérieure du pétiole. Quand tous ces faisceaux pénètrent dans le limbe, les deux faisceaux supérieurs qui sont composés de plusieurs fascicules se rapprochent peu à peu, dans la région médiane et enfin, se soudent en une bande supérieure (fig. 75, III).

L'émission des faisceaux dans les nervures secondaires se fait de la même façon que chez le *Deeringia celosioïdes*.

Amarantus blitoïdes S.

PÉTIOLE. — La section transversale moyenne du pétiole de l'*Amarantus blitoïdes* montre (fig. 78, II et fig. 7, pl. XIV) :

- 1° Une assise externe de cellules épidermiques ;
- 2° Une masse de tissu fondamental parenchymateux comprise entre l'épiderme et le système libéro-ligneux ;
- 3° Un système libéro-ligneux comprenant 7 faisceaux isolés dans le tissu fondamental.

L'assise épidermique porte un très petit nombre de poils tétra-cellulaires, à cellule terminale capitée. On les trouve surtout sur la face supérieure et ils sont invisibles à l'œil nu.

La masse de tissu fondamental est constituée par des cellules arrondies, méatiques ; certaines de ces cellules, emplies de cristaux pulvérulents, apparaissent sur la préparation sous forme de taches noires. La région superfi-

cielle est nettement collenchymateuse et ses cellules présentent aux angles de forts épaississements. L'assise de ce tissu qui est contiguë aux faisceaux est caractérisée comme un endoderme, parce qu'elle renferme plus ou moins d'amidon.

Les 7 faisceaux libéro-ligneux sont : 5 faisceaux L_{lig} , L_{ig} , M , L_{ld} , L_{lid} rangés en arc de cercle très ouvert ; 2 faisceaux marginaux m_g , m_d situés dans les lobes latéro-supérieurs.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe de l'*Amarantus blitoïdes* montre (fig. 8, pl. XIV) :

1° Une assise supérieure de cellules épidermiques portant comme celles du pétiole quelques poils capités, localisés seulement dans le sillon des nervures et de nombreux stomates.

2° Une assise supérieure de parenchyme en palissade, à cellules cylindriques, allongées perpendiculairement à la surface, serrées les unes contre les autres et contenant des grains de chlorophylle.

3° Une bande de parenchyme intermédiaire constituée par une ou deux rangées de grandes cellules arrondies. Quelques-unes de ces cellules, comme dans le pétiole, renferment des cristaux. Quand les faisceaux nervulaires plongent dans cette bande, il existe autour de ces faisceaux une gaine endodermique nettement caractérisée (*end*, fig. 8, pl. XIV) et les cellules de cette dernière renferment de l'amidon de côté du faisceau.

4° Une assise inférieure de parenchyme en palissade semblable à l'assise supérieure. Cette assise s'interrompt dans les nervures secondaires.

5° Une assise inférieure de cellules épidermiques semblables à celles de l'épiderme supérieur.

La paroi superficielle des cellules épidermiques est légèrement cutinisée sur les deux faces du limbe. Les stomates de la face inférieure du limbe sont aussi nombreux que ceux de la face supérieure, mais ils sont souvent saillants.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux qui passent de la tige dans le pétiole sont au nombre de trois ; ce sont L_{1g} , M , L_{1d} . Mais très souvent les faisceaux L_{1g} , L_{1d} se divisent chacun immédiatement en deux, L_{1g} , L_{11g} d'une part L_{1d} , L_{11d} d'autre part sur le nœud. Dans ce cas, nous voyons cinq faisceaux entrer dans la feuille. La figure 78, I montre les faisceaux latéraux L_{11g} , L_{1g} différenciés. Cependant, les faisceaux L_{1d} , L_{11d} s'unissent encore en un seul faisceau L_d .

Quand on coupe plus haut, au-dessus de la base du pétiole, on distingue nettement ces cinq faisceaux isolés. Puis, chacun des faisceaux L_{11g} , L_{11d} détache un faisceau marginal à chaque extrémité. Les sept faisceaux ainsi constitués, forment alors les sept faisceaux de la section moyenne du pétiole (fig. 78, II) que nous avons indiqués plus haut.

Quand on monte vers le sommet du pétiole, on voit les faisceaux marginaux m_g , m_d se bifurquer. En même temps, les faisceaux L_{11g} , L_{11d} se divisent chacun en deux. Les parcours dans les régions droite et gauche étant symétriques, nous ne décrivons que la région droite.

Dès que le faisceau L_{11d} s'est bifurqué, l'une des ramifications se dirige vers l'extérieur à droite et va vasculariser la nervure secondaire inférieure N_{1d} de la feuille ; l'autre se rapproche peu à peu du faisceau L_{1d} et finit par se souder avec lui. Dans la figure 78, III, le L_{1d} est renforcé par une ramification du L_{11d} (au niveau III de la fig. 77).

En montant de la base jusqu'au quart inférieur de la nervure médiane le faisceau L_{1d} s'élargit en arc de cercle ; ensuite, il se divise en trois faisceaux. L'un, supérieur, devient le petit faisceau supérieur S_d , l'autre, celui du milieu, passe dans la nervure secondaire N_{11d} et le troisième est nommé encore L_{1d} (fig. 78, IV et au niveau IV de la fig. 77).

Lorsque le faisceau de la nervure secondaire N_{11d} a

nervure secondaire N_{IIId} et un peu plus tard, le L_{Id} s'unit au faisceau médian M .

A partir de ce niveau, la nervure médiane ne contient plus qu'un faisceau arqué (fig. 78, VI) qui fournit encore une fois à droite et à gauche des faisceaux aux nervures secondaires, et s'amincit jusqu'au sommet du limbe.

Autres espèces d'Amarantus.

Dans les autres espèces d'*Amarantus*, la structure de la feuille montre une grande analogie avec celle de l'*A. blitoides*. Nous avons étudié particulièrement, à ce point de vue, les *A. albus*, *muricatus*, *retroplexus*, *caudatus* et *spinosus*. La structure de tous les pétioles reste la même sauf pour le collenchyme qui se trouve tantôt continu tantôt discontinu. Le limbe, dans toutes ces espèces, présente une structure bifaciale (1), excepté les *A. albus*, et *muricatus* chez lesquels le parenchyme en palissade occupe les deux faces comme chez *A. blitoides*.

Ordinairement, chez *A. caudatus*, les cellules de parenchyme lacuneux se constituent sur la face inférieure. Cependant, du parenchyme en palissade existe sous la gaine endodermique qui se forme autour des nervures plus petites.

Dans ces espèces, les poils ne sont pas à cellule terminale capitée, ils sont n-cellulaires unisériés, terminés en pointe ou obtus, mais très peu abondants et localisés surtout sur les nervures.

Le parcours des faisceaux dans la feuille appartenant

1. Le mot « bifacial » employé comme qualificatif du mésophylle a été employé en deux sens différents : van Tiegem, Solereder, etc., nomment bifacial le mésophylle où l'on peut distinguer deux faces, l'une qui est caractérisée par le tissu palissadique, l'autre par le tissu lacuneux. Mais Steppowski et Guillaumin, au contraire, appellent bifacial le mésophylle qui présente du parenchyme en palissade sur ses deux faces. Dans notre travail, nous avons employé ce mot au sens que lui donnent ces premiers auteurs.

à des plantes de ces espèces ne diffère pas notablement de ce qu'il est chez l'*A. blitoides*. Toutefois, les faisceaux passant de la tige dans la feuille sont au nombre de cinq. Ce n'est qu'accidentellement qu'ils se ramifient plus ou moins.

b) **Achyranthinae**

Cyathula tomentosa Mog.

PÉTIOLE. — Une section transversale moyenne du pétiole de *Cyathula tomentosa* présente :

- 1° Une assise de cellules épidermiques ;
- 2° Une masse de tissu fondamental ;
- 3° Cinq faisceaux libéro-ligneux sur un arc de cercle, et isolés dans le tissu fondamental.

Les cellules épidermiques sont recouvertes d'une mince cuticule. Elles portent deux sortes de poils : les uns unisériés, cylindriques, à parois minces et couchés sur le pétiole ; les autres n-cellulaires, terminés en pointe, à parois épaisses plus ou moins échinulées et très allongés (fig. 10, pl. XIV). Les poils de cette première espèce sont surtout localisés sur la face supérieure du pétiole. Ils sont invisibles à l'œil nu. Dans cette assise épidermique, on rencontre des stomates répartis sur la face latérale.

Le tissu fondamental est formé de cellules polyédriques séparées par de petits méats. On y trouve comme chez l'*Amarantus* des cristaux pulvérulents, contenus dans des cellules qui apparaissent sous forme de taches noires dans la préparation. Le collenchyme situé au-dessous de l'épiderme a des cellules à membranes très épaissies localement aux angles. Il s'interrompt sur les deux faces latérales.

Les 5 faisceaux dans la région moyenne du pétiole sont *m_g*, *L_g*, *M*, *L_d*, *m_d* (II, fig. 79), on les voit disposés en un arc de cercle largement ouvert où les deux faisceaux marginaux sont plus petits. Les faisceaux latéraux *L_g*, *L_d*, les

plus larges, sont en forme d'éventail ; le faisceau médian M, moins grand, est triangulaire.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe montre (fig. 9, pl. XIV) :

1^o Une assise supérieure de cellules épidermiques qui portent de nombreux poils longs échinulés, n-cellulaires et terminés en pointe comme certains poils du pétiole. Leur pointe est toujours orientée vers le sommet de la feuille. Les cellules épidermiques sont allongées perpendiculairement à la nervure médiane et leurs parois sont très minces. Elles portent très rarement des stomates.

2^o Une rangée de cellules formant le parenchyme en palissade dont les éléments sont oblongs ou cylindriques ; ces cellules occupent la moitié de l'épaisseur du limbe et sont séparées par de larges méats. Le tissu est interrompu au niveau des nervures secondaires et remplacé par un massif collenchymateux ou cellulaire sous-épidermique.

3^o Une couche de parenchyme lacuneux à parois minces et à cellules plus ou moins allongées. Elles renferment très peu de chlorophylle.

4^o Une assise inférieure de cellules épidermiques à longs poils aussi nombreux que ceux de l'assise épidermique supérieure. Mais la taille des cellules est plus petite. Les stomates sont très nombreux.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux sortant de la tige sont toujours au nombre de cinq. Mais pendant leur parcours dans le nœud de la feuille au niveau N de la fig. 81, leur nombre augmente rapidement et peut être souvent plus que doublé. A savoir : le faisceau médian se trifurque, les 4 faisceaux latéraux se bifurquent. A la base du pétiole, ils sont réduits au nombre initial (fig. 80, I et fig. 81). Ce n'est qu'accidentellement qu'on en rencontre trois quelquefois. Dans ce dernier cas, les quatre faisceaux latéraux se soudent déjà deux à deux.

Au contraire, ces faisceaux latéraux s'accolent ordinairement près du milieu du pétiole (fig. 80, II et fig. 81). En même temps, les faisceaux L_g , L_d détachent à droite et à gauche un faisceau marginal. Puis, l'examen des coupes faites sur le pétiole supérieur nous fait voir les faisceaux L_g , L_d se courbant par leurs extrémités vers la partie interne. Enfin, ils se fendent chacun en deux parties : les

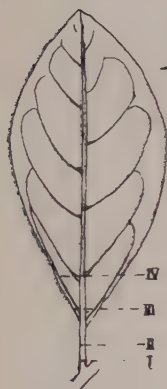


Fig. 79.

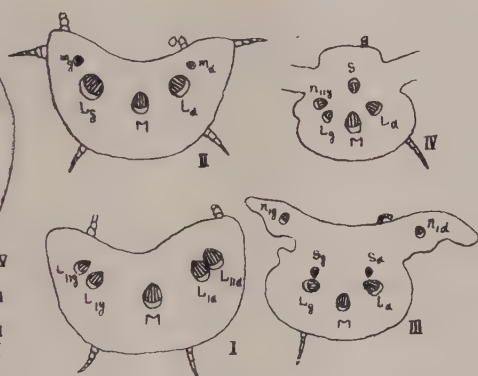


Fig. 80.

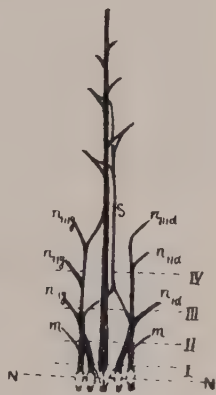


Fig 81

FIG. 79. — Feuille du *Cyathula tomentosa* Moq.

FIG. 80. — Sections transversales de la feuille aux niveaux I, II, III, IV de la figure 79.

FIG. 81. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 79.

unes latérales, les autres supérieures que nous nommons faisceaux supérieurs S_g , S_d .

Lorsque tous les faisceaux passent du pétiole à la nervure médiane du limbe, les faisceaux L_g , L_d détachent immédiatement chacun un faisceau pour se rendre aux nervures secondaires N_{lg} , N_{ld} (fig. 80, III, fig. 21), tandis que les faisceaux S_g , S_d se rapprochent de plus en plus au centre, et finissent par s'unir en un seul faisceau S (fig. 80, IV). Ce faisceau donne naissance à droite et à gauche à quel-

ques petits faisceaux souvent dépourvus de bois, et qui s'éteignent bientôt en pointe libre dans la nervure médiane.

Après que les faisceaux L_g , L_d ont fourni les faisceaux des nervures secondaires, N_{IIg} , N_{IIId} , le faisceau S envoie successivement, à droite et à gauche, une petite branche aux bords du faisceau M . Ensuite, ce dernier émettra constamment les faisceaux destinés aux nervures secondaires plus élevées.

Le faisceau S s'épuise vers le quart supérieur du limbe. A partir de ce niveau, jusqu'à l'extrémité du limbe, la sortie des faisceaux se fera uniquement aux dépens du faisceau M .

Pupalia atropurpurea Moq.

La structure de la feuille du *Pupalia atropurpurea* est identique à celle du *Cyathula tomentosa*.

Le parcours des faisceaux dans la feuille présente une ressemblance presque complète avec celui du *Cyathula tomentosa*. Il existe cependant 5 faisceaux, qui, de même que ceux du *Pupalia orbiculata* Wight, passent, sans ramification, de la tige dans le nœud de la feuille. D'ailleurs, les faisceaux L_{Ig} , L_{IIg} d'une part, L_{Id} , L_{IIId} de l'autre, se soudent deux à deux après l'émission des faisceaux supérieurs S_g et S_d par les faisceaux L_{IIg} et L_{IIId} .

Achyranthes aspera Linn.

PÉTIOLE. — La structure du pétiole d'*Achyranthes aspera* est analogue à celle du pétiole de *Cyathula tomentosa*. Toutefois, chez *A. aspera*, on trouve une seule sorte de poils, qui sont ici tri-cellulaires bien effilés et à parois épaisses terminés en pointe (fig. 12, pl. XIV).

LIMBE. — La structure transversale moyenne du limbe d'*A. aspera* (fig. 11, pl. XIV), diffère peu de celle de *Cyathula tomentosa*.

Les cellules épidermiques supérieures sont les mêmes que celles du *C. tomentosa*. Mais certaines d'entre elles s'allongent en poils effilés comme ceux du pétiole.

Le parenchyme en palissade, qui occupe la moitié de l'épaisseur du limbe, est formé de deux rangs de cellules dont l'un, externe, possède des éléments oblongs, cylindriques, et environ deux fois plus longs que larges ; l'autre, interne, présente des éléments plus ou moins courts. Toutes ces cellules sont serrées les unes contre les autres, séparées par des méats à peine visibles. Elles renferment de nombreux grains de chlorophylle.

Les cellules du parenchyme lacuneux sont courtes, elliptiques ou ovales, laissant entre elles des méats plus ou moins larges.

Les cellules épidermiques de la face inférieure sont faiblement ondulées. Les poils y sont semblables à ceux de l'épiderme supérieur et les stomates sont nombreux.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la feuille d'*Achyranthes aspera* est tout à fait le même que chez *Cyathula tomentosa* décrit précédemment.

Achyranthes bidentata Bl.

La structure de la feuille d'*A. bidentata* ressemble à celle de la feuille d'*A. aspera*. Seulement les poils localisés à la face supérieure du limbe sont plus courts et moins nombreux que chez l'*A. aspera*.

Le parcours des faisceaux libéro-ligneux de la feuille ne diffère que par le faisceau supérieur S. Celui-ci dans la nervure médiane du limbe détache successivement des faisceaux qui se rendent aux petites nervures secondaires, situées entre les grosses nervures secondaires émises par le faisceau latéral L ou par le faisceau médian M.

TRIBU III. — **Gomphreneae**

Froelichia floridana Moq.

PÉTIOLE. — La section transversale à la base du pétiole du *Froelichia floridana* présente la forme d'un croissant (fig. 84, I). Les cellules épidermiques sont grandes, rectangulaires ou polyédriques, portent des poils coniques, tri ou tétra-cellulaires et à parois épaisses (fig. 1, pl. XV). Le tissu fondamental se compose de cellules plus ou moins polyédriques, à parois légèrement épaissies et renferme des mâcles, surtout localisées à la partie supérieure des faisceaux libéro-ligneux. Il existe au-dessous de l'épiderme une assise de collenchyme pouvant affecter deux formes distinctes : tantôt les cellules ont des parois épaissies sur toute la surface, tantôt les épaississements correspondent aux angles des cellules.

Le système libéro-ligneux est représenté par trois faisceaux : l'un médian, relativement grêle, les deux autres, latéraux, plus développés. Au contact de chaque faisceau libéro-ligneux se trouve un péricycle dont les cellules se lignifient.

Le bois primaire du faisceau médian (fig. 1, pl. XV) est représenté par quelques trachées *bp* en groupe. Son bois secondaire est formé de gros vaisseaux spiralés, annelés, quelquefois rayés, et dispersés dans les cellules ligneuses. Le liber est assez bien développé ; il se divise en massifs isolés les uns des autres par des cellules libériennes. La région externe est occupée par le liber primaire et la région interne par le liber secondaire. L'assise génératrice présente une forme arquée à concavité tournée vers le bois.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe du *Froelichia floridana* montre (fig. 2, pl. XV) :

1^o Une assise épidermique supérieure à grandes cellules portant de nombreux poils coniques quadri-cellulaires P, dont la cellule basale est très élargie. Les stomates y sont nombreux.

2^o Une bande de tissu en palissade formée d'une seule rangée de cellules. Ces cellules sont oblongues et occupent le tiers de l'épaisseur du limbe. Elles sont séparées par des méats étroits et renferment de nombreux grains de chlorophylle.

3^o Une bande de parenchyme intermédiaire comprenant, en général, deux rangées de cellules plus ou moins arrondies, dont quelques-unes renferment des mâcles. D'autres forment l'endoderme en cercle dans lequel circulent de petites ramifications libéro-ligneuses. Les cellules de l'endoderme sont remplies de nombreux grains d'amidon en face du faisceau, mais on n'en voit pas du côté extérieur.

4^o Une bande de tissu lacuneux très lâche, à cellules rameuses. Du côté de la face inférieure, ces cellules ne renferment presque pas de chlorophylle, et laissent entre elles de très grandes lacunes.

5^o Une assise épidermique inférieure portant des poils et des stomates aussi nombreux que sur l'épiderme supérieur. Toutefois, les cellules sont de plus petite taille.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Les faisceaux passant de la tige dans le pétiole sont au nombre de trois ; ce sont L_g , M, L_d , dans le plan de symétrie (fig. 83 et fig. 84, I). Un peu plus haut, les deux faisceaux latéraux L_g , L_d détachent chacun de leur extrémité un petit faisceau marginal m_g , m_d . Les deux faisceaux marginaux se divisent bientôt en deux.

Les trois faisceaux du pétiole pénètrent directement dans le limbe. Les deux ou trois branches des faisceaux L_g et L_d se détachent successivement à droite et à gauche en vascularisant des nervures secondaires. Les deux fais-

ceaux latéraux L_g et L_d finissent par se joindre au faisceau médian M (fig. 84, IV). Ce dernier, ainsi renforcé, continue d'envoyer vers la droite et vers la gauche, deux ou trois lobes qui vascularisent de nouvelles nervures secondaires, jusqu'au sommet du limbe.

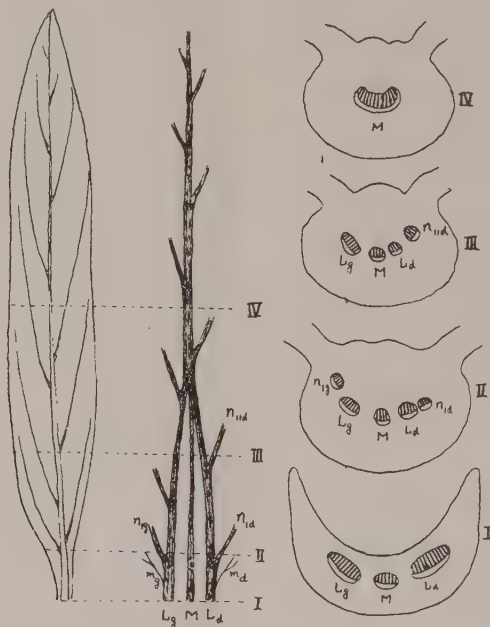


Fig. 82.

Fig. 83.

Fig. 84.

FIG. 82. — Feuille du *Frælichia floridana* Moq.

FIG. 83. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 82.

FIG. 84. — Sections transversales de la feuille aux niveaux I, II, III, IV des figures 83-84.

Dans cette espèce, on ne voit pas de faisceaux supérieurs ni dans le pétiole, ni dans le limbe.

Telanthera Bettzichiana Regel.

PÉTIOLE. — La structure du pétiole du *T. Bettzichiana* ressemble à celle du pétiole du *Froelichia floridana*. Mais

gues à ceux du pétiole, et presque toujours localisés sur des nervures saillantes (face interne). Ils sont très rares et invisibles à l'œil nu. Les stomates sont nombreux.

Le parenchyme palissadique est mince, généralement formé d'une assise de cellules deux fois plus longues que larges, mais celles-ci peuvent se dédoubler.

Le parenchyme lacuneux est constitué par quatre assises, rangées régulièrement. C'est dans la région profonde de ce parenchyme que circulent les ramifications libéro-ligneuses, autour desquelles ne se différencie aucun endoderme.

La structure du limbe des *T. amaena*, *ficoïdes*, *versicolor* est analogue.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux de la tige à la nervure médiane du *T. Bettzichiana* présente un parallélisme net avec celui du *Froelichia floridana*. On y remarque cependant, une différence (fig. 87 et fig. 88), c'est que les faisceaux latéraux L_g , L_d ne se jettent pas dans le faisceau médian M .

Le parcours des faisceaux reste le même dans la feuille du *T. amaena*. Mais dans la feuille des *T. ficoïdes*, *versicolor*, il rappelle celui du *Froelichia floridana*.

Gomphrena globosa L.

PÉTIOLE. — La structure du pétiole de *Gomphrena globosa* est presque identique à celle du pétiole de *Froelichia floridana* que nous avons décrite plus haut. Toutefois, il existe entre elles quelques différences :

1^o Les cellules de l'épiderme portent de nombreux poils articulés, très allongés, à parois épaisses et papillifères (fig. 3, pl. XV).

2^o Le système libéro-ligneux de la base du pétiole est représenté par 5 faisceaux m_g , L_g , M , L_d , m_d , rangés en un arc de cercle très ouvert et les L_g , L_d s'approchent nettement du faisceau M .

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe de *Gomphrena globosa* renferme les mêmes tissus que la section correspondante du *Froelichia floridana*. Les particularités sont les suivantes :

Les poils sont localisés sur les deux faces du limbe comme dans le pétiole.

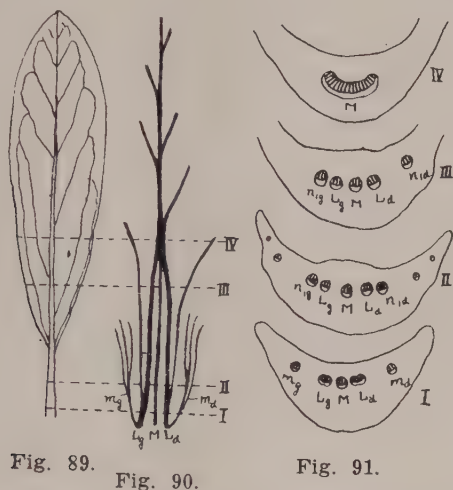


FIG. 89. — Feuille du *Gomphrena globosa* L.

FIG. 90. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 89.

FIG. 91. — Sections transversales dans la feuille aux niveaux I, II, III, IV des figures 89-90.

Les cellules du parenchyme lacuneux sont larges, légèrement rameuses et laissent entre elles des méats.

Les stomates portés par l'épiderme supérieur sont faiblement saillants. L'épiderme inférieur est légèrement ondulé.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Le pétiole reçoit de la tige trois faisceaux Lg, M, Ld (fig. 90). Le faisceau M de la tige devient directement le faisceau M du pétiole. Chacun des faisceaux Lg, Ld se divise en deux

branches. Les plus rapprochées du faisceau M deviennent les faisceaux L_g , L_d du pétiole, les autres donnent les faisceaux marginaux m_g , m_d (fig. 91, I). Bientôt ces derniers se divisent successivement, chacun en plusieurs branches de part et d'autre qui montent jusqu'à la base du limbe.

Vers le milieu du pétiole (fig. 91, II), les faisceaux L_g , L_d se divisent de nouveau respectivement en deux branches, l'une externe, l'autre interne. Chaque branche externe se rendra plus tard directement aux nervures secondaires à droite et à gauche (fig. 91, III et fig. 90) ; chaque branche interne se joindra au faisceau M.

Vers le tiers inférieur, la nervure médiane du limbe ne contient plus qu'un faisceau qui s'affaiblit peu à peu en avançant vers le sommet du limbe, parce qu'il continue à fournir à droite et à gauche, les faisceaux des nervures secondaires. Il va en s'éteignant en pointe libre jusqu'à l'extrémité de la nervure.

Gomphrena cinerea Moq.

PÉTIOLE. — L'épiderme est formé par des cellules petites, munies de poils très allongés, articulés, à parois épaisses. Ils sont très nombreux, surtout sur la face inférieure (externe), ce qui donne au pétiole une coloration blanche.

Le parenchyme fondamental est formé d'éléments plus ou moins arrondis, à parois épaissies, présentant de nombreux méats.

A la base du pétiole, dans le parenchyme fondamental, on trouve, comme chez le *G. globosa*, 5 faisceaux libéro-ligneux.

LIMBE. — La section transversale moyenne du limbe de *G. cinerea* se présente sous l'aspect suivant (fig. 4, pl. XV) :

Les cellules de l'épiderme supérieur sont larges. Elles portent des poils à parois très épaisses, composés d'une file de cellules dont la plus basse constitue le pied d'enfoncement dans les cellules de l'épiderme.

Le parenchyme en palissade est simple. Il se compose de cellules serrées les unes contre les autres et occupant presque la moitié de l'épaisseur du limbe.

Le parenchyme lacuneux est assez dense et constitué par des cellules ovales ou elliptiques dont la région profonde est parcourue par les ramifications libéro-ligneuses et renferme des mâcles.

Les cellules qui entourent les petits faisceaux ne sont pas caractérisées comme un endoderme. Mais quelquefois, certaines sont rangées comme des cellules endodermiques.

Les cellules de l'épiderme inférieur sont petites. Elles portent des poils extrêmement nombreux, donnant à cette face du limbe une coloration blanche, comme ceux de la face inférieure du pétiole.

PARCOURS DES FAISCEAUX LIBÉRO-LIGNEUX DE LA FEUILLE. — Le parcours des faisceaux dans la feuille ressemble à celui de la feuille du *G. globosa*. Il passe ici aussi, trois faisceaux de la tige à la feuille.

Iresine Herbstii Hook.

PÉTIOLE. — L'épiderme offre de petites cellules polyédriques protégées par une mince cuticule. Il est recouvert d'un petit nombre de poils courts à 3 ou 4 cellules (pl. XV, fig. 5, P). Le tissu fondamental externe qui comprend une ou deux assises de petites cellules, non-collenchymateuses ne présente pas de méats. Le tissu fondamental interne est formé de cellules polyédriques, laissant entre elles de petits méats et contenant des cristaux.

Le système libéro-ligneux se compose de 6 faisceaux situés au centre du pétiole (fig. 94, II), disposés en un arc

de cercle bien ouvert ; les faisceaux latéraux L_g , L_d sont très élargis tangentiellement et les M_g , M_d , qui se forment par division du faisceau médian, se trouvent entre les L_g , L_d . Deux autres faisceaux m_g , m_d occupent latéralement la face supérieure du pétiole.

LIMBE. — Les cellules de l'épiderme supérieur sont aplaties, à parois légèrement épaissies (fig. 6, pl. XV) et recouvertes par quelques poils n-cellulaires. Mais on ne trouve pas ici de stomates.

Les cellules du parenchyme en palissade sont très courtes, surtout au-dessus des ramifications libéro-ligneuses. Elles ne forment qu'une seule assise. Cependant, en certains endroits, nous voyons quelques cellules du parenchyme lacuneux former une couche d'aspect analogue au parenchyme palissadique. Le parenchyme lacuneux comprend de 4 à 5 assises. Les cellules sont irrégulières et renferment des cristaux abondants surtout dans l'assise la plus profonde.

La chlorophylle existe sous forme de gros grains localisés surtout dans le parenchyme en palissade et beaucoup moins nombreux dans le parenchyme lacuneux.

Les cellules de l'épiderme inférieur sont petites. Elles portent de nombreux stomates qui affleurent au niveau de l'épiderme et dont les cellules stomatiques renferment toujours de la chlorophylle. Cet épiderme est recouvert de poils plus nombreux que l'épiderme supérieur. Toutefois ils sont moins longs et leur cellule terminale très allongée à ses parois épaissies (P, fig. 6, pl. XV).

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA FEUILLE. — Des trois faisceaux que la feuille reçoit de la tige :

Les faisceaux latéraux deviennent les faisceaux latéraux L_g , L_d du pétiole.

Le faisceau médian se divise en deux branches M_g , M_d , qui passent dans le pétiole. Ces branches M_g , M_d ne tardent

pas à donner naissance à un ou deux faisceaux intermédiaires (fig. 93 contiguë au niveau I et fig. 94, I) qui circulent entre M_g et L_g d'une part, M_d et L_d de l'autre, et finissent par se jeter dans les L_g , L_d . Ces derniers, ainsi renforcés, très élargis tangentiellement, constituent les

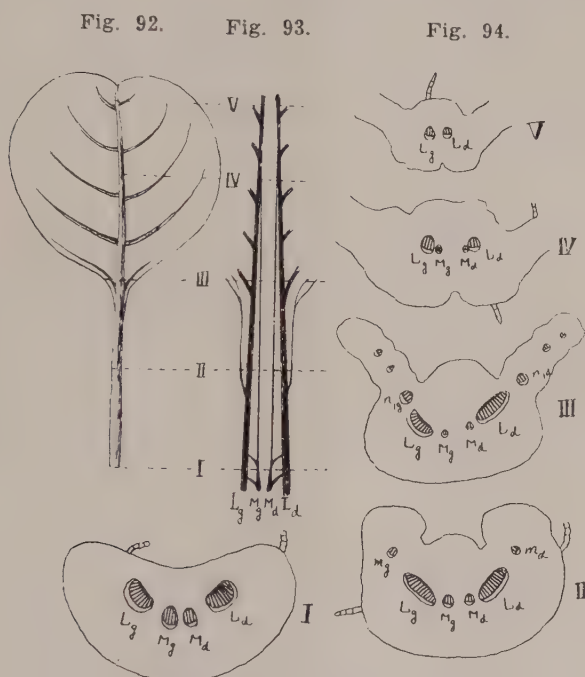


FIG. 92. — Feuille de l'*Iresine Herbstii* Hook.

FIG. 93. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 92.

FIG. 94. — Sections transversales dans la feuille aux niveaux I, II, III, IV des figures 92-93.

faisceaux du pétiole. Au fur et à mesure qu'ils montent vers la région moyenne du pétiole, les faisceaux L_g , L_d , émettent, à droite et à gauche, les branches marginales m_g , m_d (fig. 94, II) qui se divisent bientôt, chacune en deux (fig. 94, III).

A la base du limbe, les L_g , L_d commencent à émettre de

nouvelles branches N_{1g} , N_{1d} , qui se rendront dans les nervures secondaires (fig. 93 et fig. 94, III). Ils fournissent successivement toutes les branches destinées aux nervures secondaires, aussi s'amincissent-ils de plus en plus en avançant vers le sommet du limbe.

Dès que les faisceaux M_g , M_d ont émis successivement les branches qui se soudent aux faisceaux L_g , L_d , ils deviennent très minces. Ils se rapprochent alors, peu à peu, des L_g , L_d , puis, se soudent eux-mêmes aux L_g , L_d (fig. 94, IV).

Iresine Wallisii Orteg et *Iresine Lindeni* Lem.

La structure des feuilles de ces deux plantes est analogue. Elle diffère de celle des feuilles de l'*Iresine Herbstii* :

- 1° Le pétiole présente des cellules collenchymateuses.
- 2° Le limbe est plus épais.

Le parcours des faisceaux dans la feuille de l'*Iresine*

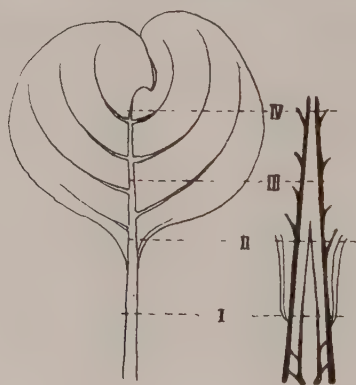


Fig. 95.

Fig. 96.

FIG. 95. — Feuille de l'*Iresine Wallisii* Ortez.

FIG. 96. — Course longitudinale des faisceaux de la feuille représentée figure 95.

Wallisii ne diffère de celui que nous avons décrit chez l'*I. Herbstii* que par la soudure des faisceaux M_g , M_d

(fig. 96), qui se joignent eux-mêmes à la base du limbe et se terminent en pointe libre entre deux faisceaux latéraux L_g , L_d .

Quant au parcours des faisceaux de la feuille de l'*I. Linden*, nous avons vu qu'il était très différent de celui des

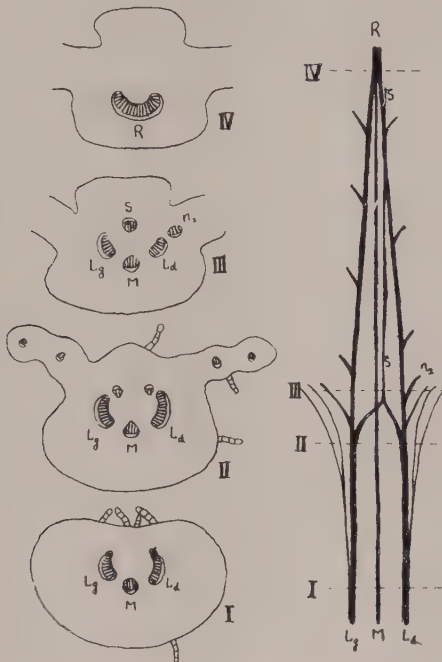


Fig. 97.

Fig. 98.

FIG. 97. — *Iresine Linden* Lem. — Sections transversales successives de la feuille aux niveaux I, II, III, IV de la figure 98.

FIG. 98. — Course longitudinale des faisceaux dans la feuille de l'*Iresine Linden*.

deux espèces précédentes. Le faisceau supérieur existe comme dans la Tribu II de cette famille. Les faisceaux du pétiole et de la nervure principale du limbe s'anastomosent ou se ramifient comme nous l'avons indiqué par les schémas des fig. 97 et 98.

RÉSUMÉ

En résumé, la feuille des Amarantacées présente les caractères suivants :

1^o Les feuilles des Amarantacées sont toujours nettement pétiolées et très rarement linéaires.

2^o Les poils sont ordinairement pluricellulaires, mais leur forme n'est pas si variée que celle des Chénopodiacées.

3^o Le mésophylle est bifacial dans la plupart des espèces.

4^o Dans le limbe, la gaine endodermique n'existe que dans très peu de plantes, chez quelques *Amarantus* et chez *Frœlichia floridana*.

5^o Le péricycle est formé de cellules cellulosiques ou collenchymateuses.

6^o Les cristaux sont également abondants dans les pétioles et les limbes. Ils se rencontrent soit sous forme de grosses mâcles, soit de petits cristaux pulvérulents, mais le dernier cas paraît plus fréquent dans cette famille.

7^o La feuille reçoit, au moins, 3 faisceaux libéro-ligneux de la tige, parfois 5, et jamais plus de 7.

8^o Les faisceaux latéraux sont fréquemment plus développés que le faisceau médian dans le pétiole ainsi que dans la base du limbe. Ce dernier, dans le genre *Iresine*, se termine tantôt en pointe libre entre deux faisceaux latéraux à la base du limbe, tantôt se soude aux faisceaux latéraux.

9^o Les faisceaux marginaux se détachent des faisceaux latéraux presque toujours dans la partie inférieure du pétiole. Leur taille est aussi ténue que celle des Chénopodiacées.

10^o Les faisceaux supérieurs se constituent très souvent à partir de la région supérieure du pétiole par les faisceaux latéraux. Cependant, ils sont rares dans la tribu des *Gomphreneae*.

TROISIÈME PARTIE

LA GERMINATION

Dans les deux familles des Chénopodiacées et des Amarantacées, nous avons étudié la germination de graines chez 33 espèces réparties dans 18 genres. Chez la plupart, les structures anatomiques des plantules très jeunes sont analogues. Mais, plus tard, des différences profondes se manifestent dans l'évolution de l'appareil conducteur. Nous choisissons d'abord un type « le *Chenopodium album* », par exemple, que nous allons décrire en détail. Puis, nous comparerons ses caractères à ceux d'autres espèces.

1. Jeune plantule.

a) *Description morphologique externe*

La graine du *Chenopodium album* a germé facilement. La radicule sort d'abord par une déchirure du tégument de la graine, s'allonge rapidement et s'enfonce verticalement dans le sol. L'axe hypocotylé s'accroît aussitôt très vite en longueur. Les deux cotylédons, dès le premier instant, restent encore enfermés dans le tégument, mais bientôt ils grossissent, rejettent le tégument et finissent par s'épanouir (fig.1, pl. XVI). Entre les deux cotylédons, la gemmule ne présente qu'un petit mamelon qui est invisible à l'œil nu.

b) *Structure de la plantule*
pendant l'épanouissement des cotylédons.

Lorsque les deux cotylédons de cette plantule sont à peine épanouis, les particularités anatomiques sont les suivantes :

RACINE PRINCIPALE. — Sur une coupe transversale de la racine principale dans la région proche du collet qui indique la limite entre l'axe hypocotylé et la racine principale, on voit (fig. 2, pl. XVI) une assise pilifère composée de petites cellules à parois minces. Beaucoup de ces cellules sont allongées en poils radicaux simples et unicellulaires. L'écorce comprend quatre assises de cellules disposées en cercles concentriques, savoir : l'assise la plus externe ne présentant pas encore le caractère qui lui méritera plus tard le nom d'assise subéreuse ; ensuite, deux assises de cellules grandes, arrondies et laissant entre elles des méats ; enfin l'assise la plus profonde, appelée endoderme, qui offre des cellules relativement petites et rectangulaires avec un épaissement très marqué de ses membranes latérales.

Le cylindre central est légèrement elliptique, limité par une assise péricyclique simple, à cellules beaucoup plus petites que celles de l'endoderme. Contre ce péricycle sont adossés deux faisceaux de bois et deux faisceaux de liber, les uns alternant avec les autres. Les faisceaux de bois comptent chacun deux trachées en sens radial entre lesquelles existe une grosse cellule. Mais, un peu plus tard, cette dernière cellule se différencie en un vaisseau en sorte que les deux faisceaux du bois se trouvent en contact au centre de la racine et forment une bande diamétrale complète. Les faisceaux du liber ont de petites cellules groupées en îlots dont la membrane est légèrement épaissie et brillante. Ils se trouvent souvent au contact de l'endoderme.

M. Dangeard a signalé cette disposition dans la plantule de l'*Atriplex hortensis* (22).

Quand on pratique des coupes transversales près du sommet de la racine, on voit que la structure du cylindre central est la même qu'au voisinage du collet, seulement ici l'écorce est réduite à trois assises de cellules et l'assise pilifère est dépourvue de poils absorbants.

AXE HYPOCOTYLÉ. — La section transversale au milieu de l'axe hypocotylé de *Chenopodium album* montre (fig. 3, pl. XVI) un épiderme formé par des cellules assez petites, allongées un peu radialement, à membrane externe épaissie et recouverte d'une mince cuticule. En dedans, l'écorce comprend également quatre assises de cellules minces mais assez élargies et arrondies, laissant entre elles de grands méats. Les cellules de l'endoderme présentent, outre un épaississement très net de ses membranes latérales, un peu d'amidon.

Le cylindre central a accru son diamètre. Chaque faisceau ligneux offre non plus deux, mais trois ou quatre trachées disposées en sens radial. Au centre, il existe encore une grosse cellule. De part et d'autre des faisceaux de bois, deux faisceaux de liber sont bien étendus en sens tangentiel.

Examinons maintenant la structure de l'axe hypocotylé sur des coupes transversales successives à partir du milieu de cet axe jusqu'au voisinage des cotylédons. Les deux faisceaux de liber, d'abord, se séparent chacun en deux groupes qui s'écartent de plus en plus l'un de l'autre en se rapprochant des faisceaux de bois et, sur deux côtés de ces derniers, se différencie un vaisseau de métaxylème qui reste très souvent séparé des précédents par une cellule de conjonctif et que Chauveaud (12) a appelé « vaisseau intermédiaire » dans l'appareil conducteur des plantes vasculaires.

Encore un petit peu plus haut, chaque demi-faisceau

libérien se divise de nouveau en deux, les uns restent sans modification ; les autres se rapprochent deux à deux et forment par leur union deux nouveaux groupes de faisceaux libériens, F_p (fig. 4, pl. XVI), occupant la position originale des faisceaux libériens de la base de l'axe hypocotylé. Ces faisceaux libériens, F_p , pénétreront directement à la gemmule. Seulement, à ce niveau, dans la plantule très jeune, les vaisseaux de la gemmule qui apparaîtront à l'intérieur des F_p , ne sont pas encore différenciés.

Dans l'axe hypocotylé supérieur, quoique l'assise endodermique se dispose encore régulièrement comme dans la région inférieure de l'axe hypocotylé, elle n'offre plus d'épaississement caractéristique sur les parois latérales de ses cellules. Le péricycle, ici, débute par une division active dans le sens tangentiel. Au centre, nous voyons une moelle bien nette constituée par de nombreuses cellules polyédriques.

COTYLÉDON. — A la base du cotylédon de *Chenopodium album* se trouve le pétiole cotylédonaire qui se forme en croissant (fig. 5, pl. XVI). Les cellules épidermiques ont une membrane externe peu épaissie ; le parenchyme cortical, Pc , présente des cellules toutes semblables. Dans le cylindre central, les deux demi-faisceaux libériens, l , continuent à s'écarter l'un de l'autre. Entre eux, les premiers vaisseaux alternes, b_p^u , et les vaisseaux intermédiaires, m_b , sont encore représentés. Mais au dos de chaque vaisseau intermédiaire, deux nouveaux vaisseaux apparaissent à la suite des plus récents, ils sont sous-jacents par rapport aux demi-faisceaux libériens et entre ces vaisseaux et les demi-faisceaux libériens se montrent des cloisonnements secondaires.

Si l'on fait des coupes transversales sériees de la base du pétiole cotylédonaire vers le limbe, on voit les deux demi-faisceaux libériens se rapprocher de plus en plus et se montrer réunis, ensuite, sur la ligne médiane en for-

mant F_m (fig. 6, pl. XVI) ; dès lors la disposition alterne se trouve, à partir de ce niveau, supprimée complètement.

Dans le limbe cotylédonaire du *Chenopodium album*, les cellules épidermiques sont assez plates sur la face supérieure et isodiamétriques à la face inférieure, à membrane externe mince ; les stomates sur les deux côtés sont un peu enfoncés.

Le mésophylle présente un tissu palissadique occupant environ le tiers supérieur de l'épaisseur du limbe et dont les cellules sont très écartées les unes des autres. Elles se chargent de chlorophylle et jouent le rôle de feuilles tant que celles-ci ne se sont pas encore développées.

Le parenchyme lacuneux, situé du côté de la face inférieure se compose de cellules disposées d'une façon quelconque, laissant entre elles de grands méats.

2. Plantule plus âgée.

a) *Description morphologique externe.*

C'est à ce moment que se produit le plus souvent la chute des cotylédons (fig. 7, pl. XVI) ; grâce à la gemmule, la tige principale s'allonge de 2 à 3 millimètres, elle porte deux premières feuilles opposées bien développées ; deux autres commencent à devenir distinctes quoique appliquées étroitement par leurs faces supérieures ; l'axe hypocotylé ne s'allonge plus, mais il grossit un peu en diamètre ; la racine porte quelques petites racicelles secondaires qui se trouvent surtout près du collet.

b) *Structure de la plantule plus âgée.*

La structure dans les divers organes de la plantule plus âgée est la suivante .

RACINE PRINCIPALE. — Une section transversale près du sommet de la racine principale montre une assise pili-

fère exfoliée. De même quelques assises de l'écorce extérieure disparaissent, très souvent jusqu'à l'endoderme. Dans le cylindre central, le péricycle ne multiplie pas encore ses éléments comme celui de la racine de la plantule très jeune ; les deux faisceaux libériens se développent un peu en sens radial et alternent avec les deux faisceaux ligneux qui se rejoignent au centre par un ou deux gros vaisseaux primaires formés secondairement. De chaque côté de ces derniers se trouvent encore un ou deux vaisseaux de très gros calibre, situés justement à l'intérieur des faisceaux libériens et placés en croix avec les deux faisceaux de bois primitif.

En examinant des coupes faites successivement de plus en plus près du collet, les cellules péricycliques apparaissent, par suite d'une division tangentielle de plus en plus active, surtout en dehors des deux pôles des faisceaux du bois primitif ; elles se composent de 5 à 6 assises concentriques (fig. 8, pl. XVI). A ce moment les vaisseaux superposés se différencient nombreux, ils ont deux assises du côté gauche de la bande diamétrale du bois primitif et trois assises du côté droit. Entre ces vaisseaux superposés et les faisceaux de liber, des cloisonnements secondaires se montrent formant l'assise génératrice.

AXE HYPOCOTYLÉ. — Au milieu de l'axe hypocotylé, l'épiderme et l'écorce n'offrent rien à noter que l'allongement tangentiel de leurs cellules pour se prêter à l'expansion du cylindre central et que la présence de grosses mâcles dans les cellules corticales. L'endoderme est encore nettement délimité grâce au péricycle, mais à ce stade, les plissements latéraux de ses cellules ont disparu. (fig. 9, pl. XVI).

A ce niveau, les faisceaux de bois primaire alternes restent sans modification et confluent au centre comme ceux de la racine, tandis que les faisceaux superposés en s'accroissant et en venant s'accoler aux faisceaux libé-

riens externes forment avec ceux-ci des faisceaux libéro-ligneux d'aspect ovoïde en coupe transversale. Entre le liber et le bois, des cloisonnements secondaires de l'assise génératrice donnent naissance à du bois centrifuge et du liber centripète.

A l'extérieur des faisceaux, le péricycle, par une division très active dans le sens tangentiel et radial, peut acquérir 3 à 8 assises de cellules. C'est surtout en dehors et en face des pôles de bois primitif que s'ébauchent les faisceaux libéro-ligneux péricycliques dans lesquels le liber renferme de petites cellules groupées en îlots, l_{ss} , et le bois offre un à trois éléments à parois à peine lignifiées, b_{ss} (fig. 9, pl. XVI).

Au fur et à mesure que l'on monte vers la partie supérieure de l'axe hypocotylé, on observe que le péricycle devient de moins en moins actif. En même temps, les trachées des faisceaux alternes primitifs se résorbent de l'extérieur à l'intérieur; peu après, la moelle commence à apparaître au centre. Puis, les deux faisceaux libéro-ligneux se divisent chacun en deux branches de plus en plus écartées mais, néanmoins, reliées par leurs extrémités internes prenant ainsi l'aspect d'un V comme l'indique clairement la fig. 99, III.

Quand on pratique une coupe transversale près de l'insertion des cotylédons sur l'axe hypocotylé, on voit encore entre les branches du V (fig. 10, pl. XVI), quelques vestiges des trachées alternes, b_p , et là le péricycle se trouve, comme d'ordinaire, représenté par une assise sans aucune activité.

COTYLÉDON. — Si l'on trouve les cotylédons persistant encore quelque temps dans cette période, on constate que l'épiderme et le mésophylle n'ont subi aucune modification. Et, dans le cylindre central, les deux faisceaux libéro-ligneux s'établissant à la base du pétiole cotylédonaire ont la même valeur que les faisceaux cotylédonaire de l'axe hypocotylé supérieur (fig. 10, pl. XVI).

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LE COTYLÉDON. — Le parcours des faisceaux dans le cotylédon est très simple. Dès que le cotylédon reçoit deux faisceaux libéro-ligneux de l'axe hypocotylé, ces faisceaux marchent dans le pétiole sur toute sa longueur sans se ramifier ni contracter d'anastomoses. A la base du limbe, chacun des deux faisceaux détache latéralement à droite et à gauche une branche qui fournit la nervure secondaire. Puis, ils se réunissent l'un à l'autre dans la nervure médiane formant ainsi un seul faisceau qui s'affaiblit de plus en plus par l'émission successive des faisceaux dans les nervures secondaires jusqu'au sommet du limbe.

JEUNE TIGE. — Une section transversale au milieu de l'entre-nœud d'une jeune tige du *Chenopodium album* montre (fig. 11, pl. XVI) des cellules épidermiques petites, à membrane externe relativement épaissie. Elles portent de nombreux poils à tête sphérique. Sous l'épiderme, il y a une assise collenchymateuse à peine différenciée, interrompue en certains endroits. A l'intérieur de cette assise, le parenchyme cortical se compose de 3 ou 4 couches de cellules grandes, un peu allongées dans le sens tangentiel, à parois minces et laissant entre elles des petits méats. Quelques-unes de ces cellules ne renferment qu'une seule macle grande et arrondie. Dans la plus grande profondeur, les cellules n'offrent rien qui caractérise l'endoderme.

Le péricycle paraît entourer le cylindre central, mais il n'est ni différencié en fibres, ni cloisonné en plusieurs assises dans le sens de la circonférence. Il n'a qu'une assise de cellules cellulósiques, interrompue fréquemment à l'extérieur des faisceaux. Dans ce cas, le liber primaire touche directement au parenchyme cortical dans les mêmes conditions que nous l'avons vu dans la racine.

A ce niveau, le système libéro-ligneux renferme de 12 à 14 faisceaux (fig. 99, VIII et fig. 11, pl. XVI) qui sont séparés nettement les uns des autres par les rayons mé-

dullaires. Dans chaque faisceau, l'assise génératrice qui se différencie a déjà donné naissance du côté extérieur et du côté intérieur à une assez notable quantité de liber et de bois secondaires.

Au centre, la moelle présente des cellules polyédriques et contient de grosses mâcles semblables à celles du parenchyme cortical.

PASSAGE DES FAISCEAUX DE LA RACINE A LA TIGE. — Le passage des faisceaux de la racine à la tige dans le *Chenopodium album* est indiqué dans les figures 99-100. Faisons tout d'abord une coupe transversale au niveau du collet (II, fig. 99, au niveau II de la fig. 101) ; nous voyons que deux faisceaux libéro-ligneux, R et R' sont déjà établis l'un en face de l'autre symétriquement et toujours caractéristiques de la racine. Cette disposition des faisceaux reste constante jusque vers les $\frac{3}{5}$ supérieurs de l'axe hypocotylé. Puis, ils se divisent chacun en deux branches : C₁ et C₄ provenant de la bipartition de R, et C₂ et C₃ provenant de la bipartition de R'. Mais ces quatre branches se reconstituent tout de suite en 2 paires de faisceaux cotylédonaire, C₁, et C₂ d'une part et C₃ et C₄ de l'autre (III, fig. 99).

Encore plus haut, tous les quatre faisceaux cotylédonaire émettent latéralement autant de branches qui viennent s'anastomoser deux à deux en formant les F₁ et F'₁ (fig. 99, IV). Vers le quart supérieur de l'axe hypocotylé, ces F₁ et F'₁ se redivisent chacun en trois branches (fig. 99, V), celles du milieu continuent à marcher verticalement, traversent le nœud cotylédonaire et deviennent les faisceaux foliaires médians qui pénétreront directement dans les premières feuilles opposées F₁ et F'₁ ; les autres latérales, nommées 1, 2, 3 et 4, sont le début de quatre faisceaux caulinaires qui émettent ensuite sans tarder autant de nouvelles branches destinées aux faisceaux foliaires latéraux des deux premières feuilles.

En s'élevant une coupe transversale pratiquée tout près des cotylédons (fig. 99, VI), montre 10 faisceaux libéro-ligneux disposés en ellipse dans lesquels les 4 faisceaux

Fig. 101.

Fig. 99.

Fig. 100.

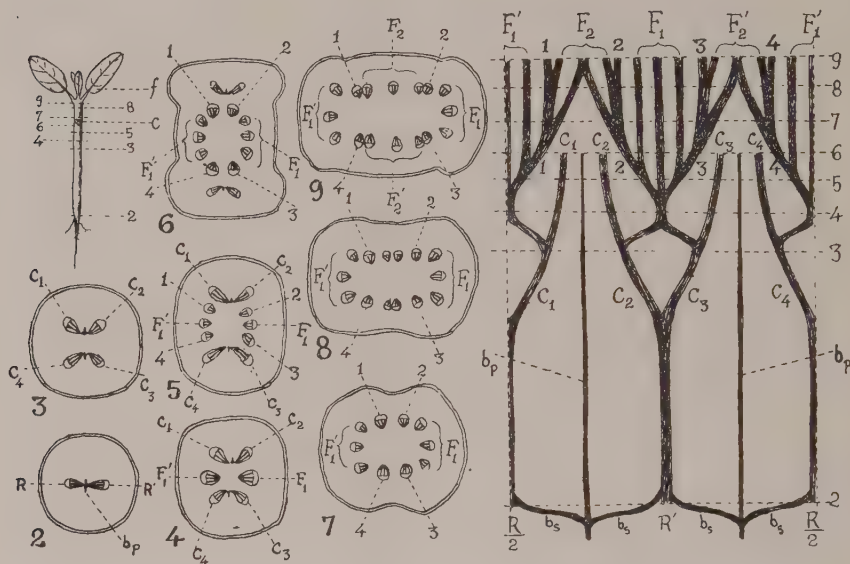


FIG. 99. — *Chenopodium album*. — 2, 3, 4 ... 9, Schémas représentant des sections transversales aux niveaux 2, 3, 4 ... 9 des figures 100 et 101. — b_p , bois primaire; b_s , bois secondaire; R, R', faisceaux de la racine; C_1, C_2, C_3, C_4 , faisceaux cotylédonaire; 1, 2, 3, 4, faisceaux caulinaires; F_1, F_1' , faisceaux foliaires destinés aux premières feuilles; F_2, F_2' , faisceaux foliaires destinés aux deuxièmees feuilles.

FIG. 100. — Schéma de la course longitudinale des faisceaux correspondant à la figure 101. — Mêmes lettres et numéros que dans la figure précédente.

FIG. 101. — Ensemble de la plantule plus âgée présentant la chute des cotylédons. — f , premières feuilles; c , trace du cotylédon; 2, 3, 4 ... 9 niveaux successifs de l'axe hypocotylé et de la tige, à chacun desquels correspond l'une des dispositions figurées à la figure 99.

caulinaires 1, 2, 3, 4 occupent les sommets de l'ellipse et 6 faisceaux foliaires de F_1 et F_1' localisés à droite et à gauche. En dehors des faisceaux caulinaires se trouvent

quatre faisceaux cotylédonaire qui sont en train de se rendre dans les deux cotylédons.

A la base de la tige, les 10 faisceaux libéro-ligneux restent encore dans la même position (fig. 99, VII), les uns par rapport aux autres, mais l'ellipse a pris une orientation perpendiculaire à celle de la fig. 99, VI.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA RÉGION BASALE DE LA TIGE. — Le parcours des faisceaux dans la tige à un niveau très rapproché des cotylédons est plus régulier que dans la partie élevée de la plante bien développée, car les feuilles γ sont opposées tandis qu'elles deviennent alternes vers le haut.

Maintenant, suivons notre échantillon (fig. 101) du niveau VII, placé à la base de la tige jusqu'à son sommet, nous voyons que les 6 faisceaux foliaires de F_1 et F'_1 , situés à droite et à gauche, parcourent toujours parallèlement, sans se modifier, le premier entre-nœud de la tige. Quant aux 4 faisceaux caulinaires, chacun émet successivement deux branches. Les 4 branches émises en premier lieu se réunissent deux à deux et deviennent les deux faisceaux foliaires médians (fig. 99, VIII) qui passent dans les feuilles F_2 et F'_2 et les 4 autres branches émises en second lieu restent indépendantes pour donner les faisceaux foliaires latéraux des F_2 et F'_2 (fig. 99, IX).

Dès que les deux groupes des faisceaux F_1 et F'_1 pénètrent dans les premières feuilles F_1 et F'_1 , ces 4 faisceaux caulinaires dont nous venons de parler donnent de nouvelles branches du côté des F_1 , F'_1 en se comportant de la même façon que les faisceaux foliaires F_2 , F'_2 , mais ils sont disposés dans un plan perpendiculaire.

Dans la jeune plante, la tige se prolonge considérablement et les feuilles deviennent alternes ; dès lors, le parcours des faisceaux dans la tige est plus compliqué. Nous en avons fait l'étude dans la première partie.

FEUILLE. — Les premières feuilles opposées de la plantule sont plus petites et moins épaisses que les adultes. Elles persistent quelque temps après leur complet étallement et se flétrissent ensuite.

Dans le pétiole, l'épiderme porte quelques poils comme ceux qu'offre la jeune tige ; le parenchyme cortical à cellules minces ne présente pas d'éléments collenchymateux ; le système libéro-ligneux se compose de trois faisceaux

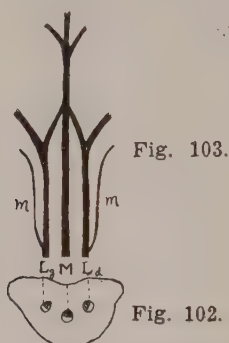


FIG. 102. — Section transversale de la base d'un pétiole de la feuille.

FIG. 103. — Parcours des faisceaux du pétiole au limbe. — M, faisceau médian Lg, Ld, faisceaux latéraux, gauche et droite ; m, faisceaux marginaux.

principaux qui persistent dans presque toute la longueur du pétiole.

La structure du limbe ne diffère pas beaucoup de celle de la feuille adulte que nous avons étudiée plus haut. Cependant, l'épiderme des deux faces est recouvert de nombreux poils à tête sphérique.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS LA PREMIÈRE FEUILLE. — Le parcours des faisceaux de la première feuille est plus simple que celui des faisceaux de la feuille adulte. Dès que 3 faisceaux libéro-ligneux sortent de la jeune tige à la pre-

mière feuille, ils se rangent L_g , M , L_d , en un arc de cercle largement ouvert dont les extrémités sont tournées vers le bord supérieur (fig. 102). Les deux faisceaux latéraux L_g , L_d émettent ensuite respectivement une petite branche, m . Ces dernières montent s'inclinant peu à peu vers les coins supéro-latéraux. A la base du limbe, elles se rendent directement dans les nervures marginales.

Les deux faisceaux latéraux, L_g , L_d se bifurquent de nouveau dans la base du limbe ; les branches situées extérieurement se préparent à entrer dans les nervures secondaires, les autres, intérieures, se joindront au faisceau médian, M (fig. 103). Enfin, dans la nervure médiane, on ne trouve qu'un seul faisceau qui fournit à droite et à gauche les faisceaux des nervures secondaires jusqu'au sommet du limbe.

Lorsque la plantule est très âgée, le parcours des faisceaux dans les feuilles plus élevées est de plus en plus compliqué. Nous avons signalé un type de ce parcours dans la feuille adulte dans la deuxième partie de notre travail.

Autres espèces de Chénopodiacées et d'Amarantacées

Dans d'autres espèces de Chénopodiacées et d'Amarantacées, toutes les racines sont binaires comme chez le *Chenopodium album*. Nous avons étudié particulièrement les *Polycnemon arvense*, *Beta vulgaris*, *B. trigyna*, *Chenopodium Bonus-Henricus*, *C. blitoïdes*, *C. opulifolium*, *C. Botrys*, *C. vulvaria*, *C. urbricum*, *C. quinoa*, *Blitum exsuccum*, *Roubieva multifida*, *Atriplex crassifolia*, *A. littoralis*, *A. hortensis*, *Spinacia spinosa*, *Kochia trichophylla*, *K. hyssopifolia*, *Corispermum hyssopifolium*, *Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Salsola Kali*, *Celosia cristata*, *Amarantus tricolor*, *A. silvestris*, *A. caudatus*, *A. polygonoides*, *Achyranthes aspera*, *Frælichia floridana*, *Alternanthera spinosa*, *A. sessilis* et *Gomphrena globosa*.

Pendant que les cotylédons sont encore enfermés dans le tégument de la graine, le cylindre central de la racine, dans ces plantules, est toujours limité par une assise péri-cyclique simple. L'appareil conducteur est différencié en deux faisceaux ligneux formés chacun d'un à deux, rarement trois vaisseaux, alternant avec deux faisceaux libériens. Ces deux faisceaux ligneux s'étendent dans toute la longueur de la racine et de l'axe hypocotylé, puis pénètrent dans les cotylédons sans modification. Ce caractère a été signalé chez certaines espèces de ces deux familles par M. Chauveaud (12). Quant aux deux faisceaux libériens, ils commencent par se séparer chacun en deux groupes en des points assez différents dans l'axe hypocotylé. Cette bifurcation se produit vers le niveau médian de l'axe hypocotylé pour certaines espèces telles que : *Chenopodium opulifolium*, *Atriplex crassifolia*, *Kochia hyssopifolia*, *Corispermum hyssopifolium*, *Suaeda maritima*, *Amarantus caudatus*, *A. tricolor*, *A. silvestris*, etc. Dans les autres espèces comme *Chenopodium blitoides*, *C. Botrys*, *Spinacia spinosa*, *Gomphrena globosa*, les deux faisceaux libériens se bifurquent au début de la moitié supérieure de l'axe hypocotylé ; surtout chez les *Beta trigyna*, *Alternanthera sessilis* et *A. spinosa*, la bifurcation a lieu près de la région au-dessous de l'insertion des cotylédons. Enfin, chez les *Atriplex littoralis*, *Salsola Kali* et *Achyranthes aspera*, elle s'effectue à la base de l'axe hypocotylé.

Chez toutes ces plantules un peu avancées, nous voyons les deux faisceaux de bois se souder constamment par leur bord interne suivant l'axe de la racine et de même dans l'axe hypocotylé inférieur où la moelle n'existe pas.

En s'élevant à partir de la base de l'axe hypocotylé, nous avons signalé que les deux faisceaux libériens se divisent chacun en deux portions à une hauteur qui varie suivant les espèces. A ce niveau-là, on trouve souvent la moelle commençant à apparaître et la différenciation de métaxylèmes se fait en direction centripète ou en direction

oblique ou même tangentielle de part et d'autre des vaisseaux alternes.

Au même niveau dans des plantules encore plus âgées, des vaisseaux centrifuges se produisent en dedans des faisceaux libériens de manière à former des faisceaux libéro-ligneux complets. Mais jusqu'ici, la formation secondaire ne se présente pas encore. Plus tard, l'assise génératrice libéro-ligneuse s'établit entre le liber et le bois primaires et donne naissance, par son bord interne, à des files radiales de quelques assises de bois secondaire et, par son bord externe, à des cellules de liber secondaire peu élevé. A ce moment, nous assistons à un début de résorption des vaisseaux alternes.

Dans les plantules très âgées et portant déjà cinq ou six feuilles, le plus souvent, l'axe hypocotylé dans ces deux familles, présente une lignification du parenchyme, plus ou moins étendue, qui se produit par l'assise génératrice pérycclique, excepté chez les *Polycnemum arvense*, *Chenopodium Bonus-Henricus*, *Kochia trichophylla* et *K. hysso-pifolia* dans lesquels la formation secondaire surnuméraire s'établit très tardivement.

PARCOURS DES FAISCEAUX DANS L'AXE HYPOCOTYLÉ. — Dans les plantules âgées des Chénopodiacées et des Amarantacées, le parcours des faisceaux dans l'axe hypocotylé diffère peu de celui du *Chenopodium album*. Dans certaines espèces comme *Beta vulgaris*, *Atriplex littoralis*, *A. crassifolia*, *Amarantus silvestris*, *Celosia cristata* etc., bien que la ramification des faisceaux ait lieu à des niveaux différents de l'axe hypocotylé, la façon de la multiplication de 2 à 14 faisceaux à partir du collet jusqu'au nœud cotylédonaire est tout à fait analogue à celle du *Chenopodium album* dans laquelle il y a 10 faisceaux caulinaires et foliaires se rendant à la tige. Les autres tels que *Polycnemum arvense*, *Kochia trichophylla*, *Corispermum hysso-pifolium*, *Succeda maritima*, *Salicornia herbacea*, *Salsola*

Kali, *Amarantus caudatus*, *Achyranthes aspera*, *Gomphrena globosa* ne présentent que 10 faisceaux (au lieu de 14) au nœud cotylédonaire dont les 6 faisceaux caulinaires et foliaires pénètrent dans la tige.

L'épiderme de l'axe hypocotylé chez beaucoup d'espèces n'offre rien de particulier à noter. Toutefois, chez les *Suaeda maritima*, *Celosia cristata*, *Alternanthera sessilis* etc., on voit certaines cellules épidermiques s'allonger radialement en mamelon (fig. 13, pl. XVI).

L'écorce de la racine et de l'axe hypocotylé dans la plupart des plantules jeunes présente une structure à peu près identique à celle de *Chenopodium album*. Mais chez les *Suaeda maritima*, *Salicornia herbacea*, elle offre de très grandes lacunes régulièrement disposées et alternes avec les cellules ou avec les files radiales des cellules du tissu cortical entre l'assise subéreuse et l'endoderme ou entre l'assise sous-épidermique et l'endoderme (fig. 13-14, pl. XVI).

Dans le *Kochia trichophylla*, chez la plantule avancée, les assises de cellules externes de l'écorce sont parfois contractées tangentiellement et les autres assises de cellules internes se séparent en séries radiales, laissant entre elles de grandes lacunes pour se prêter à l'expansion du cylindre central (fig. 12, pl. XVI).

A l'état jeune, tous les cotylédons reçoivent de l'axe hypocotylé un faisceau ligneux alterne, représenté par quelques vaisseaux, disposés en série radiale entre les deux demi-faisceaux libériens. Un peu plus tard, des vaisseaux superposés se différencient dans l'intérieur des deux demi-libers, alors les deux faisceaux libéro-ligneux complets commencent à s'établir. Ils marchent, s'anastomosent et se ramifient dans le cotylédon comme ceux du *Chenopodium album*.

RÉSUMÉ

En résumé, chez les Chénopodiacées et les Amarantacées, toute la racine est binaire. Dans chaque plantule très jeune, l'appareil conducteur, qui présente deux faisceaux ligneux et deux faisceaux libériens, a une disposition alterne dans la racine. Les deux faisceaux ligneux existent également dans toute la longueur de l'axe hypocotylé jusque dans les cotylédons sans modification ; les deux faisceaux libériens se divisent chacun en deux dans l'axe hypocotylé à une hauteur qui varie suivant les espèces. Ils s'écartent de plus en plus l'un de l'autre pour se rapprocher des faisceaux ligneux alternes qu'ils accompagnent dans les cotylédons.

Dans les plantules un peu plus avancées, les vaisseaux superposés se différencient à l'intérieur du liber primaire, alors les alternes commencent souvent à se résorber à partir des deux pôles dans l'axe hypocotylé et dans le cotylédon. Mais, ils persistent plus ou moins longtemps dans la racine.

Entre le liber et le bois primaires, l'assise génératrice apparaît de bonne heure et fonctionne parfois très peu de temps. Puis, elle est remplacée par des cloisonnements qui s'établissent dans l'assise péricyclique et donnent naissance à la formation secondaire surnuméraire que de nombreux auteurs ont déjà signalée. Cette dernière est représentée au début de la partie supérieure de l'axe hypocotylé ou dans sa région moyenne, elle descend dans la racine, enfin s'élève dans la tige.

Dès que les faisceaux caulinaires et foliaires se différencient, ils descendent dans l'axe hypocotylé et se fusionnent toujours avec les faisceaux cotylédonaire.

Le système des faisceaux à la base du cotylédon est constitué, tout d'abord, par 2 demi-faisceaux libériens

primaires et un faisceau ligneux primaire interposé. Plus tard, les vaisseaux alternes disparaissent et les vaisseaux superposés se forment à l'intérieur du liber. Ce sont deux faisceaux libéro-ligneux qui s'établissent ultérieurement.



CONCLUSION

Les résumés détaillés que nous avons consignés à la fin de chaque chapitre de notre mémoire nous dispensent de revenir ici sur les principales conclusions :

Les Chénopodiacées et les Amarantacées se ressemblent par tant de caractères anatomiques qu'il est difficile d'établir les distinctions entre certaines espèces de ces deux familles. La comparaison de leurs structures et surtout celle des parcours des faisceaux libéro-ligneux normaux, permettent de fournir des caractères familiaux distincts pour ces deux groupes.

En effet, dans la tige, le système libéro-ligneux normal des Chénopodiacées est, le plus souvent, disposé en un cercle dans le cylindre central, tandis que chez les Amarantacées il se place fréquemment suivant deux cercles ou plus (*Amarantus*).

La formation secondaire surnuméraire des Chénopodiacées s'établit de bonne heure dans le péricycle interne (sauf chez *Polycnemon*, *Hablitzia tamnoïdes*, *Chenopodium Bonus-Henricus*, *Kochia* et *Comphorosma*) et les faisceaux libéro-ligneux dans cette formation secondaire sont distribués parfois sans ordre dans les parenchymes ligneux à parois plus ou moins épaissies. Au contraire, la formation secondaire surnuméraire des Amarantacées se différencie un peu tard dans le péricycle et ses faisceaux libéro-ligneux surnuméraires sont superposés régulièrement les uns aux autres et séparés tangentiellement par quelques assises de cellules non lignifiées, excepté chez les *Amarantus* où

ils sont très souvent engrenés les uns dans les autres par leurs deux extrémités radiales.

L'examen du parcours des faisceaux normaux dans la tige, montre qu'il n'existe qu'un seul faisceau foliaire dans l'intervalle de deux faisceaux caulinaires consécutifs dans les entre-nœuds de la tige de la plupart des Chénopodiacées. Mais dans les Amarantacées, ce même intervalle est occupé par un groupe de 3 faisceaux foliaires, au moins, au moment de leur sortie à la feuille.

D'ailleurs, les faisceaux caulinaires dans la tige des Chénopodiacées se présentent, le plus souvent, au nombre de 5, rarement de 4 et jamais de 2. Chez les Amarantacées, au contraire, ils sont parfois au nombre de 2, de 4 ou même de 3 mais rarement de 5.

Chez les Chénopodiacées, les pétioles sont très réduits ou même absents (excepté chez les *Beteae*, *Chenopodeae* et *Atripliceae*), tandis que chez les Amarantacées ils sont toujours bien caractérisés.

Le mésophylle est fréquemment centrique dans les Chénopodiacées mais souvent bifacial dans les Amarantacées.

Dans le pétiole ou la base de la feuille, le ou les faisceaux supérieurs existent très rarement chez les Chénopodiacées mais plus fréquemment dans les Amarantacées.

Dans le pétiole ou la base de la feuille, le système libéro-ligneux ne présente qu'un faisceau principal (sans tenir compte des faisceaux marginaux) dans la plupart des Chénopodiacées et 3 faisceaux au moins (un médian et deux latéraux) chez les Amarantacées.

Enfin, l'étude comparative de la structure et du parcours des faisceaux de la tige et de la feuille nous a permis de constater un certain nombre de caractères différentiels qui sont à ajouter aux caractères de morphologie externe, sur lesquels est basée la classification de ces deux familles. Le premier cas est commun dans les Chénopodiacées, le second peut s'offrir plus précis dans les Amarantacées.

En ce qui concerne la germination de ces deux familles, pendant que les plantules sont jeunes, elles présentent dans toutes les espèces que nous avons étudiées dans ces deux groupes les mêmes caractères anatomiques et il n'y a guère de différence que pour la taille et les dimensions relatives des plantules.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. ARCANGELI. — Sulla struttura delle foglie dell' *Atriplex nummlaria* Lind. in relazione all' assimilazione. (Nuovo Giorn. bot. ital., 1890, t. XXII, p. 426).
2. ARTSCHWAGER (Ernst F.). — On the anatomy of *Chenopodium album* L. (Amer. Jour. Bot., 1920, v. VII, p. 223-230).
3. — Anatomy of the vegetative organs of the sugar beet (Jour. Agric. Res., 1926, v. 33, p. 143-176).
4. BAILLON. — Histoire des plantes, 1888, t. IX.
5. BARY (de). — Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der *Phanerogamen* und *Farne*. Leipzig, 1877.
6. BATTANDIER. — Sur quelques *Salsolacées* du Sahara algérien (Bull. Soc. Bot. Fr., 1910, t. LVII, p. 165).
7. BRICK. — Beiträge zur Biologie und vergleichenden Anatomie der baltischen Strandpflanzen (Schrift. d. naturforsch. Ges. zu Danzig. n. Folge, 1888, t. VII, et Inaug. Diss. Breslau.).
8. BONNIER (G.). — Cours de botanique, *Phanérogames*, 1926.
9. BUNGE. — Répartition géographique des *Chénopodiacées* (Mém. Ac. Sc. de Saint-Pétersbourg, 1880, VII série, p. 27, n° 8).
10. BUTELETTE. — Note sur l'*Obione pedunculata* (Bull. Soc. Bot. de Fr., 1876, t. XXIII, p. 369-370).
11. CASSAN (Félix). — Etude sur le *Camphorosma monspeliaca* (Th. Doct. Univ. Pharm. Montpellier, 1901).
12. CHAUVEAUD (Gustave). — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution (Ann. Sc. Nat. bot., 1911, 9^e série, t. XIII).
13. CHENU. — Encyclopédie d'Histoire naturelle (Botanique. Paris, 1856, t. II).
14. CHERMEZON (H.). — Recherches anatomiques sur les plantes littorales (Th. Doct. Paris, 1910).
15. CHEVALLIER et LASSAIGUE (J.-J.). — Analyse du *Chenopodium vulvalia* (Journ. Pharm. et Chim., 1817, série II, t. III, p. 412-417).
16. COOKE (M.-A.). — *Chenopodium Quinoa* (Pharm. Journ. and Trans., 1872-1873, t. III, p. 281).
17. CHRYSLER. — Anatomical notes on certain strand plants (Bot. Gazette, 1904, t. XXXVII, p. 461).

18. CORENWINDER et CONTAMINE (G.). — De l'influence des feuilles sur la production du sucre dans les betteraves (C. R. Ac. Sc., 1878, p. 221-222).
19. COSTE (H.). — Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et contrées limitrophes. Paris, 1904, t. III).
20. DANGEARD (P.-A.). — Note sur la gaine foliaire des *Salicornieae* (Bull. Soc. Bot. Fr., 1888, t. XXXV, p. 157).
21. — Observations sur l'anatomie des *Salsoleae* (Bull. Soc. Bot. Fr., 1888, t. XXXV, p. 197).
22. — Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine (Le Botaniste, 1889, t. I).
23. DROYSEN (K.). — Spaltöffnungen des Blattes von Beta (Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zuckerrübe (Inaug. Dissert., Halle, 1877).
24. DUVAL-JOUVE. — Des *Salicornia* de l'Hérault (Bull. Soc. Bot. Fr., 1868, t. XV, p. 132).
25. ENGLER (A.) und PRANTL (K.). — Die Natürliche Pflanzenfamilien (Leipzig, 1894, III).
26. FLOT (Léon). — Recherches sur la zone pérимédullaire (Ann. Sc. Nat. 1893, 7^e série, p. 70).
27. FRAINE (Ethel Louise de). — The anatomy of the genus *Salicornia* (Journ. of the Linnean Society. London, 1913, p. 317-348).
28. FRON (G.). — Recherches anatomiques sur la racine et la tige des *Chénopodiacées* (Ann. des Sc. Nat. Bot. Fr., 1899, 8^e série).
29. GAUCHERY. — Recherches sur le nanisme végétal (Ann. Sc. Nat. Bot. Fr., 1899, 8^e série, p. 121 et 144).
30. GÉRARD (R.). — Recherches sur le passage de la racine à la tige (Ann. Sc. Nat. Bot. Fr., 1880, 6^e série, t. XI).
31. GERNET. — Notizen über den Bau des Holzkorpers einiger *Chenopodiaceen* (Bull. Soc. Imp. des Sc. de Moscou, 1859, XXXII).
32. GHEORGHIEFF. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der *Chenopodiaceen* (Bot. Centr., 1887, t. XXX und XXXI).
33. GRAVIS (A.). — Contribution à l'anatomie des *Amarantacées* (Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liège, 1907).
34. GREENFIELD (M.). — Histology of *Salsola Kali* L. var. *tenuifolia* G. F. W. Mey (The Kansas University science Bulletin, Lawrence, 1913, p. 261-273).
35. HABERLANDT. — Pflanzenanatomie. Leipzig, 1884, p. 180.
36. HALKET (A. C.). — The effect of salt on the growth of *Salicornia* (Annals of botany. London, 1915, v. XXIX, p. 143).
37. HÉRAIL (J.). — Etude de la tige des *Dicotylédones* (Ann. des Sc. Nat. Bot. Fr., 1885, 7^e série).
38. HOLTERMANN. — Der Einfluss des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig, 1907, p. 81-86.
39. HOULBERT. — Recherches sur le bois secondaire des *Apétales* (Ann. Sc. Nat. Bot., 1893, 7^e série, p. 65 et 98).

40. HULTBERG. — Anatomika Undersökningar öfver *Salicornia*, företrädesvis *Salicornia herbacea* L. (Lunds Univ. Arsskr., t. XVIII, 2, p. 1).
41. JÖNSSON. — Zur Kenntniss des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen (Lunds Univ. Arsskr., 1902, t. XXXVIII, Afd. 2, n° 6, p. 6-18).
42. LINK (H. F.). — Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Göttingen, 1807.
43. LANESSAN (J.-L. de). — Observations sur des organes ascidies de *Spincacia oleracea* (Bull. Soc. Linn. de Paris, 1876, n° 9, p. 8-10, 71-73).
44. LICOPOLI. — Sulla struttura anatomica della foglia nell'*Atriplex nummularia* (Ann. dell'Accad. d. aspir. natural. di Napoli, 1869).
45. LIGNIER (O.). — Recherches sur l'anatomie comparée des *Calycanthées*, des *Mélastomacées* et des *Myrtacées* (Arch. bot. du Nord de la France, Paris, 1887).
46. MANGIN. — Sur le développement des cellules spiralées (Bull. Soc. Bot. Fr., 1882, p. 14 et Ann. sc. nat., 1882, 6^e sér., t. XIII, p. 214).
47. MONTEIL. — Anatomie comparée de la feuille des *Chénopodiacées* (Trav. lab. nat. médic. Ec. sup. Pharm. de Paris, 1906, t. IV).
48. MOROT (L.). — Recherches sur le péricycle (Ann. sc. nat. Bot., 6^e sér., t. XX, 1885).
49. NAEGELI et LEITGEB. — Entstehung und Wachsthum der Wurzeln (Beit. z. Wissensch. Bot., 1868).
50. PASCHKIS. — *Chenopodium anthelminticum* (Pharm. Journ. Trans., 1880, t. II, p. 44-45).
51. PETIT (L.). — Le pétiole des *Dicotylédones* au point de vue de l'anatomie comparée et de la Taxinomie (Thèses Bordeaux, 1887).
52. PONS. — Primo contributo per una rivista critica delle specie italiane del genere *Atriplex* L. (Nuovo Giorn. bot. ital., sér. 2, t. IX, p. 33, 1902).
53. POTEBNIA. — Etude sur les *Halophytes* de la Crimée, 1894.
54. PRILLIEUX. — Anatomie du collet de la *Betterave* (Bull. soc. bot. Fr., 1877).
55. PRUNET (A.). — Recherches sur les nœuds et les entre-nœuds de la tige des *Dicotylédones* (Ann. sc. nat. Bot., 1890, 7^e série).
56. REGNAULT. — Recherches sur l'anatomie de quelques tiges de *Cyclospermées* (Ann. sc. nat. Bot., 1860, 4^e série, t. XIV, p. 127-139).
57. REINSCH. — Sur la chénopodine (Répert. de pharm., 1869-1870, p. 210).
58. SANJO (C.). — Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des *Holzkörpers* (Bot. Zeit., 1863-1864).
59. SCHENCK (H.). — Beitr. zur Biologie und Anatomie der *Lianen* (Fischer, Iena, 1893, p. 48).
60. SCHINZ et AUTRAN. — *Achatocarpus* (Bull. de l'Herbier Boissier, 1893, p. 1-14).
61. SCHMID (Werner). — Untersuchungen über den Bau der Wurzel und der *Sprossachse* der *Amarantaceae* (Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zurich, 1928, t. 73, p. 217-297).

62. — Das anomale sekundäre Dickenwachstum der *Amarantaceae* (Festschrift Hans Schinz, Zurich, 1928, p. 542-553).
63. SCHULZ. — Epidermiszellen bei *Salicornia herbacea* (Ber. deutsch. bot. Gesellsch., 1886, p. 52).
64. SOLEREDER (Hans). — Systematic anatomy of the *Dicotyledons* (English trans. Boodle and Fritsch, Oxford, 1908).
65. SOLMS-LAUBACH. — Ueber die in der Oase Biskra und in deren nächster Umgebung wachsenden spiroloben *Chenopodeen* (Bot. Zeit., 1901, t. LIX, p. 159).
66. SOUÈGES (R.). — Embryogénie des *Chénopodiacees*. Développement de l'embryon chez le *Chenopodium Bonus-Henricus* L. (Compt. Rend. Acad. sc., Paris, 1920, t. 170, p. 467-469).
67. UNGER. — Ueber den Bau und das Wachsthum des *Dikotyledonenstammes* (Ac. des Sc., Saint-Pétersbourg, 1840, t. XIII-XIV, p. 104-108).
68. VANDENBERGHE. — Etudes des graines et de la germination des *Salicornes* de Heyst et de Terneuzen (Bull. Acad. roy. Belg., 1889, t. XXVIII, p. 719).
69. VAN TIEGHEM (P. H.). — Traité de Botanique, 1891.
70. — Symétrie de structure des plantes (Ann. sc. nat. Bot., 1870, 5^e sér., t. XIII, p. 234).
71. — L'axe hypocotylé chez les *Phanérogames* (Journ. de Bot., 1891, p. 426).
72. — Eléments de Botanique, 1898.
73. VILBOUCHEVITCH. — Plantes des terrains salants (Rev. sc. nat. appliquées, 1893).
74. VILMORIN et ANDRIEUX. — Les plantes potagères. Paris, 1926, 4^e édit.
75. VIRET. — Liaisons du phloème méd., etc. (Institut bot. de Genève, 1904, p. 18-35).
76. VOLKENS. — Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin, 1887, p. 138-142.
77. — in Pflanzenfamilien (voir Engler et Prantl, 1893, III, I, a).
78. — Zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Standort und anatomischen Bau der Vegetationsorgane (Jahrb. bot. Gart. u. bot. Mus. Berlin, 1884, t. III).
79. WARMING. — Fra Vesterhavskystens Marskegne (Vidensk. Meddel. fra d. naturh. Foren., 1890).
80. — Halofyt-Studier (K. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 1897, t. VIII).
81. WEISS (J.-E.). — Das markständige Gefässbündelsystem einiger Dikotylédonen in seiner Beziehung zu den Blattspuren (Bot. Central., 1883, XV, p. 280-295, 318-327, 358-367, 390-397, 401-415).
82. WELSH (D. M.). — The anatomy of African species of *Salicornia* and allied genera (British Assoc. Advanc. Sc. Rept. 97th Meeting (South Africa), 1929-1930, p. 391-392).
83. WILSON (Carl L.). — Medullary bundle in relation to primary vascular system in *Chenopodiaceae* and *Amarantaceae* (Bot. Gazette, Chicago, 1924, v. 78, p. 175-199).

EXPLICATION DES FIGURES

LETTRES COMMUNES.

<i>ap</i>	assise pilifère.
<i>as</i>	assise subéreuse.
<i>ag</i>	assise génératrice.
<i>ag.s</i>	assise génératrice surnuméraire.
<i>ag.sp</i>	assise génératrice subéro-phellodermique.
<i>b</i>	bois.
<i>bp</i>	bois primaire.
<i>bs</i>	bois secondaire.
<i>col</i>	collenchyme.
<i>cot</i>	cotylédon.
<i>cp</i>	cristaux pulvérulents.
<i>cu</i>	assise à cellules cubiques.
<i>ep</i>	épiderme.
<i>eps</i>	épiderme supérieur.
<i>epi</i>	épiderme inférieur.
<i>end</i>	endoderme.
<i>f</i>	fibres.
<i>fb</i>	fibres ligneuses.
<i>fl</i>	fibres libériennes.
<i>fp</i>	fibres péricycliques.
<i>Fib</i>	faisceau libéro-ligneux.
<i>Fib.n</i>	faisceau libéro-ligneux normal.
<i>Fib.s</i>	faisceau libéro-ligneux surnuméraire.
<i>Fen</i>	faisceau orienté bois en dehors.
<i>hyp</i>	hypoderme.
<i>l</i>	liber.
<i>lp</i>	liber primaire.
<i>ls</i>	liber secondaire.
<i>la</i>	tissu lacuneux.
<i>lg</i>	liège.
<i>lac</i>	lacune.
<i>lst</i>	chambre sous-stomatique.
<i>m</i>	moelle.
<i>mac</i>	mâcle.
<i>mb</i>	métaxylème.
<i>ml</i>	métaphloème.
<i>mt</i>	méat.
<i>p</i>	poil.
<i>pc</i>	parenchyme cortical.
<i>peri</i>	péricycle.
<i>ph</i>	phelloderme.
<i>pl</i>	tissu en palissade.
<i>pls</i>	parenchyme ligneux secondaire.
<i>pa</i>	parenchyme aquifère.
<i>rm</i>	rayon médullaire.
<i>ré</i>	réseau libéro-ligneux.
<i>scl</i>	scélérénchyme.
<i>sl</i>	stomate.
<i>Tr</i>	Trachée.
<i>V</i>	vaisseau.

PLANCHES HORS TEXTE

PLANCHE IX

- Fig. 1. — Portion d'une section transversale dans un entre-nœud de la tige du *Polycnemum arvense*. — Gr. 198.
- Fig. 2. — Portion d'une section transversale de la région superficielle de la tige de l'*Hablizia tamnoides* montrant le collenchyme à parois épaissies localement aux angles des cellules. — Gr. 198.
- Fig. 3. — Portion d'une section transversale dans un entre-nœud de la tige du *Roubieva multifida*. — Gr. 198.
- Fig. 4. — Schéma général d'une partie de la section transversale de la tige âgée du *Kockia trichophylla*.
che = couche de cellules minces délimitant des faisceaux situés à l'intérieur et à l'extérieur. — Gr. 12.
- Fig. 5. — Portion de la région en A dans la figure 4.
- Fig. 6. — Poil sur la tige du *Kockia trichophylla*.
- Fig. 7. — Portion d'une section transversale d'un entre nœud de la tige du *Corispermum orientale*. — Gr. 60.
- Fig. 8. — Portion d'une section transversale d'un entre-nœud de la tige âgée du *Salicornia fruticosa*. — Gr. 198.

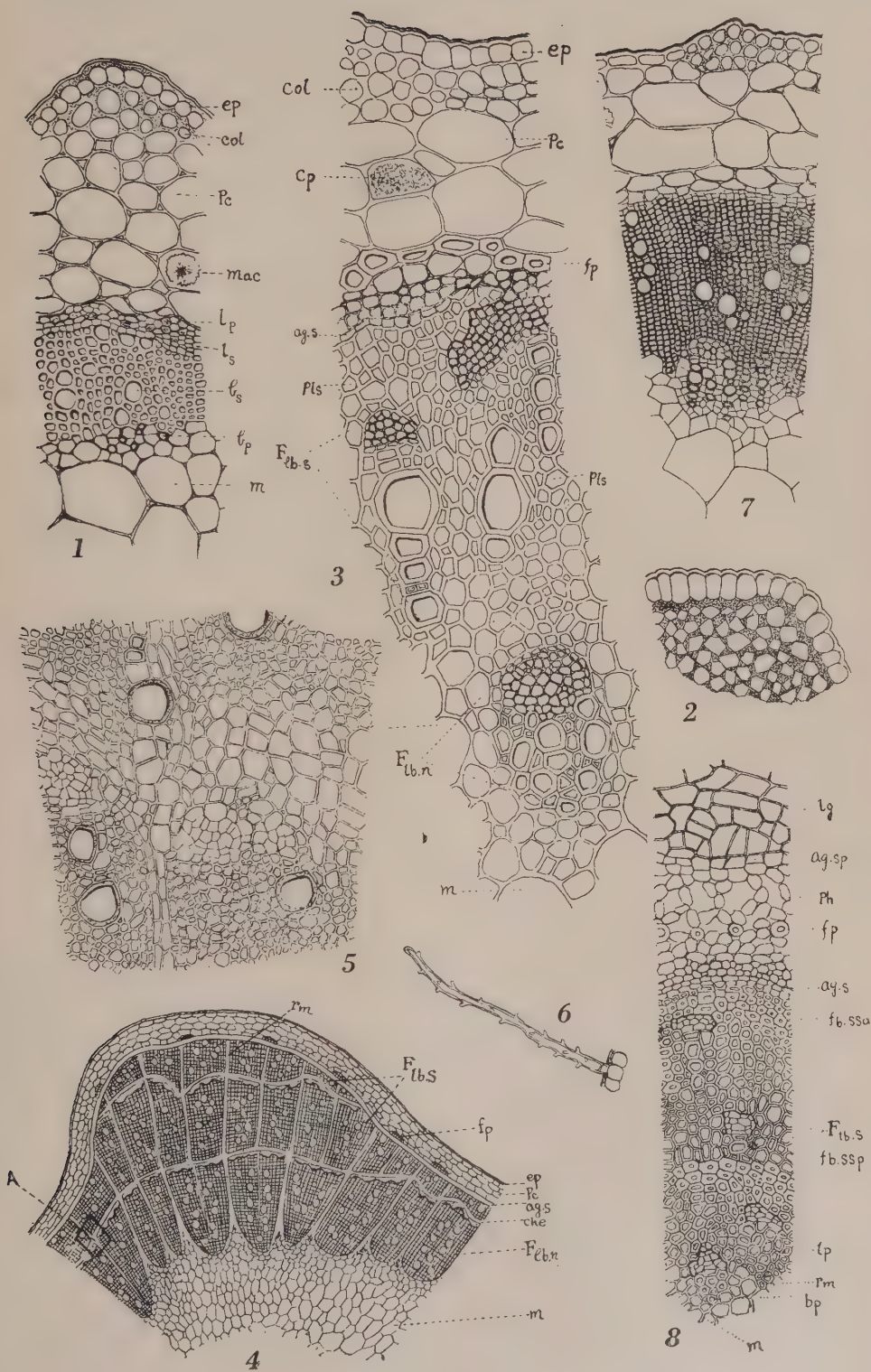


PLANCHE X

- Fig. 1. — Portion d'une section transversale d'un entre-nœud de la tige âgée du *Sarcobatus vermiculatus*. — Gr. 60.
- Fig. 2. — Portion d'une section transversale d'un entre-nœud de la tige du *Bienertia cycloptera*. — Gr. 198.
- Fig. 3. — Portion d'une section transversale de la région superficielle de la tige jeune de l'*Anabasis articulata*. — F_{en}, faisceau orienté bois en dehors. — Gr. 198.
- Fig. 4. — Portion d'une section transversale d'un entre-nœud de la tige du *Deeringia celosioides*. — Gr. 198.
ilo.l = îlot libérien surnuméraire.
- Fig. 5. — Portion d'une section transversale d'un entre-nœud de la tige âgée du *Bessea yerva-mora*.

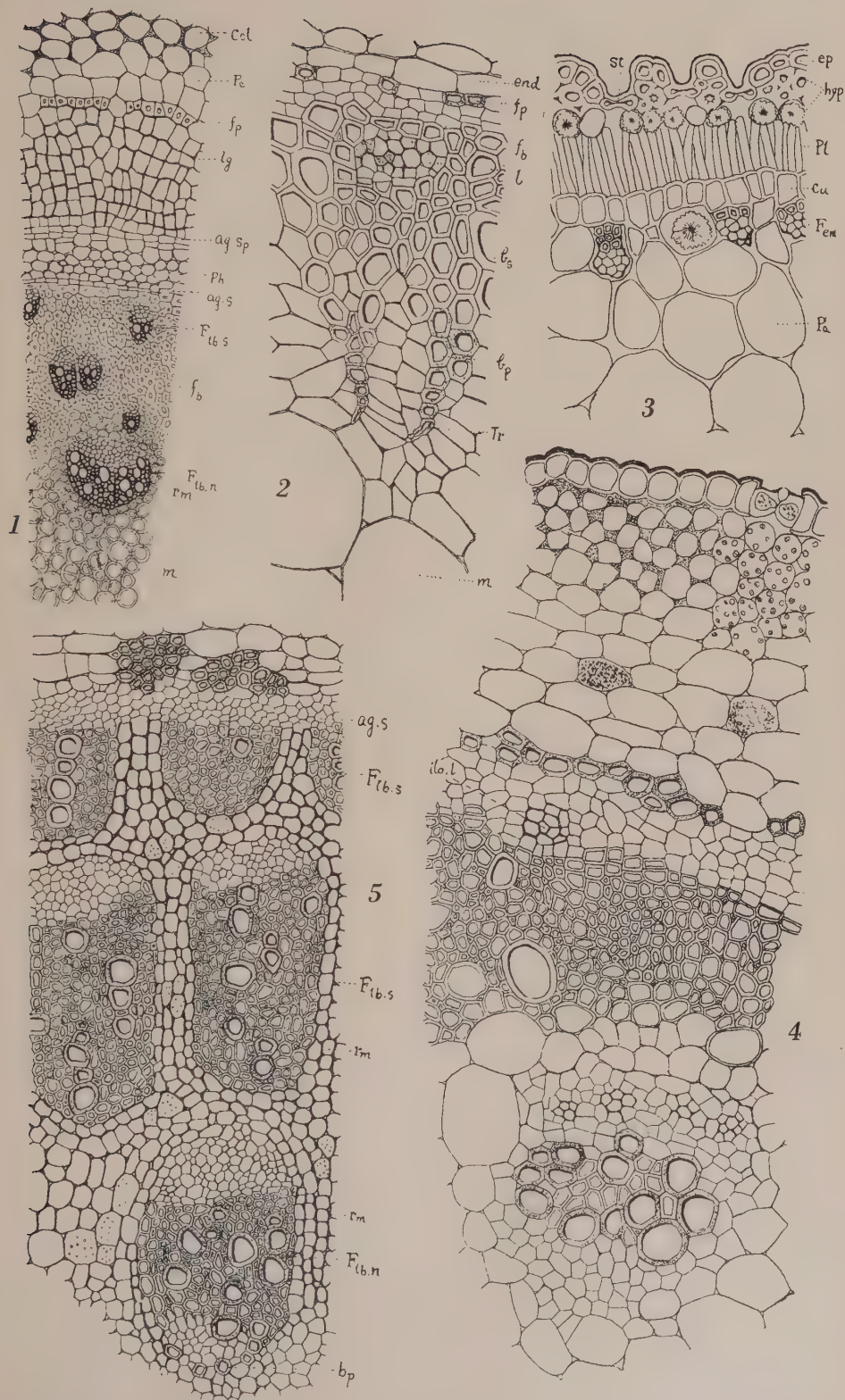


PLANCHE XI

- Fig. 1. — Schéma général d'une moitié de la section transversale de la tige très âgée de l'*Achyranthes aspera*.
- Fig. 2. — Portion d'une section transversale dans un entre-nœud de la tige un peu développée de l'*Achyranthes aspera*. — Gr. 60.
- Fig. 3. — Section transversale de la base du limbe de *Polycnemum arvense*.
- Fig. 4. — Section transversale du limbe du *Beta trigyna*. — Gr. 198.
- Fig. 5. — Poils sur le pétiole et sur le limbe du *Chenopodium vulvaria*.
- Fig. 6. — Portion d'une section transversale du limbe du *Monolepis trifida*. — Gr. 198.
- Fig. 7. — Poils en diverses formes sur le pétiole et sur le limbe du *Roubieva multifida*.

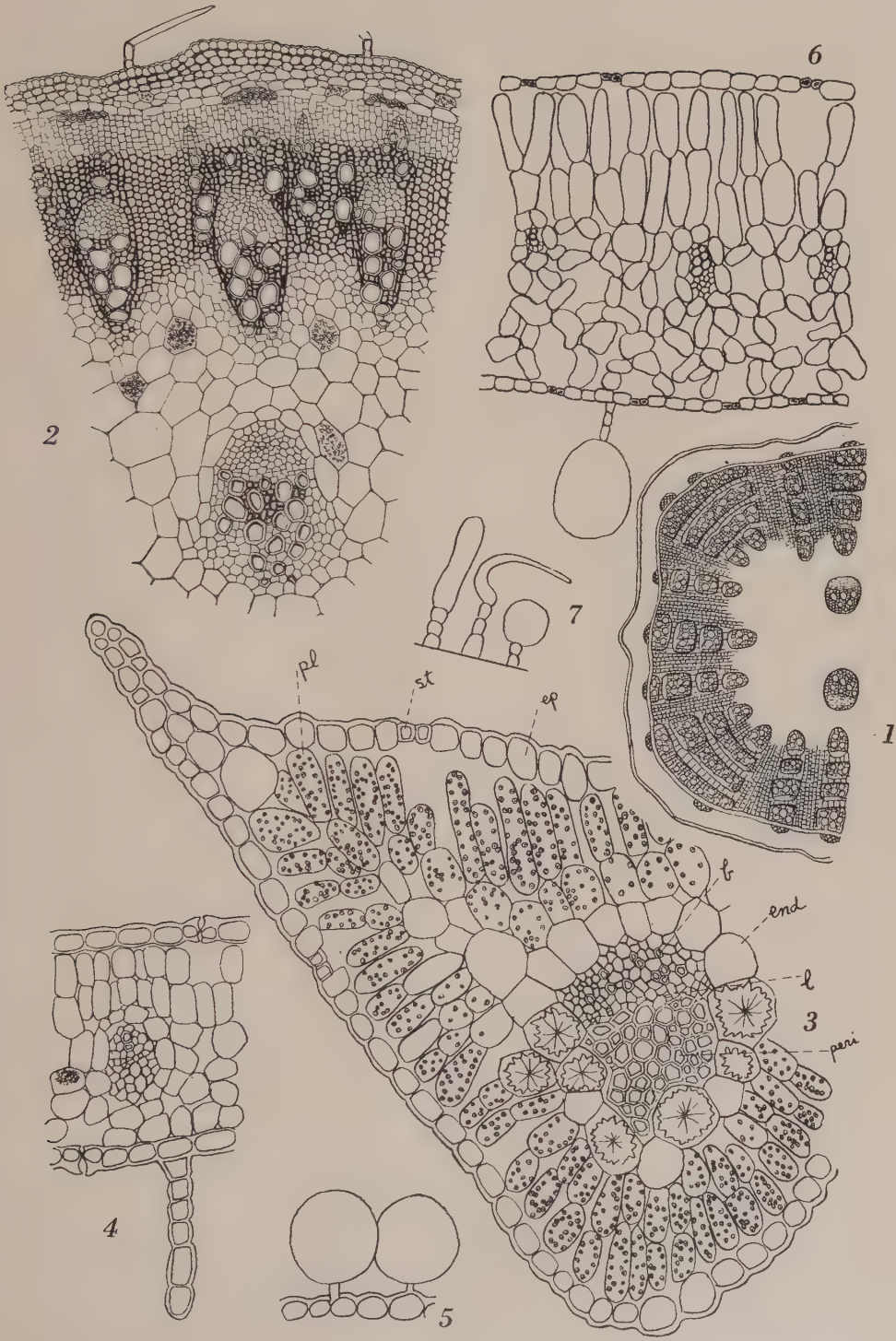


PLANCHE XII

- Fig. 1. — Portion d'une section transversale du limbe du *Kochia hyssopifolia*. — Pa, parenchyme aquifère.
- Fig. 2. — Portion d'une section transversale du limbe du *Kochia prostrata*.
- Fig. 3. — Portion d'une section transversale du limbe du *Kochia trichophylla*.
- Fig. 4. — Portion d'une section transversale du limbe du *Corispermum hyssopifolium*. — Gr. 198.
- Fig. 5. — Portion d'une section transversale de la nervure médiane du limbe de l'*Agriophyllum arenarium*. — Gr. 198.
- Fig. 6. — Poils de diverses formes sur le pétiole et sur le limbe de l'*Agriophyllum arenarium*.

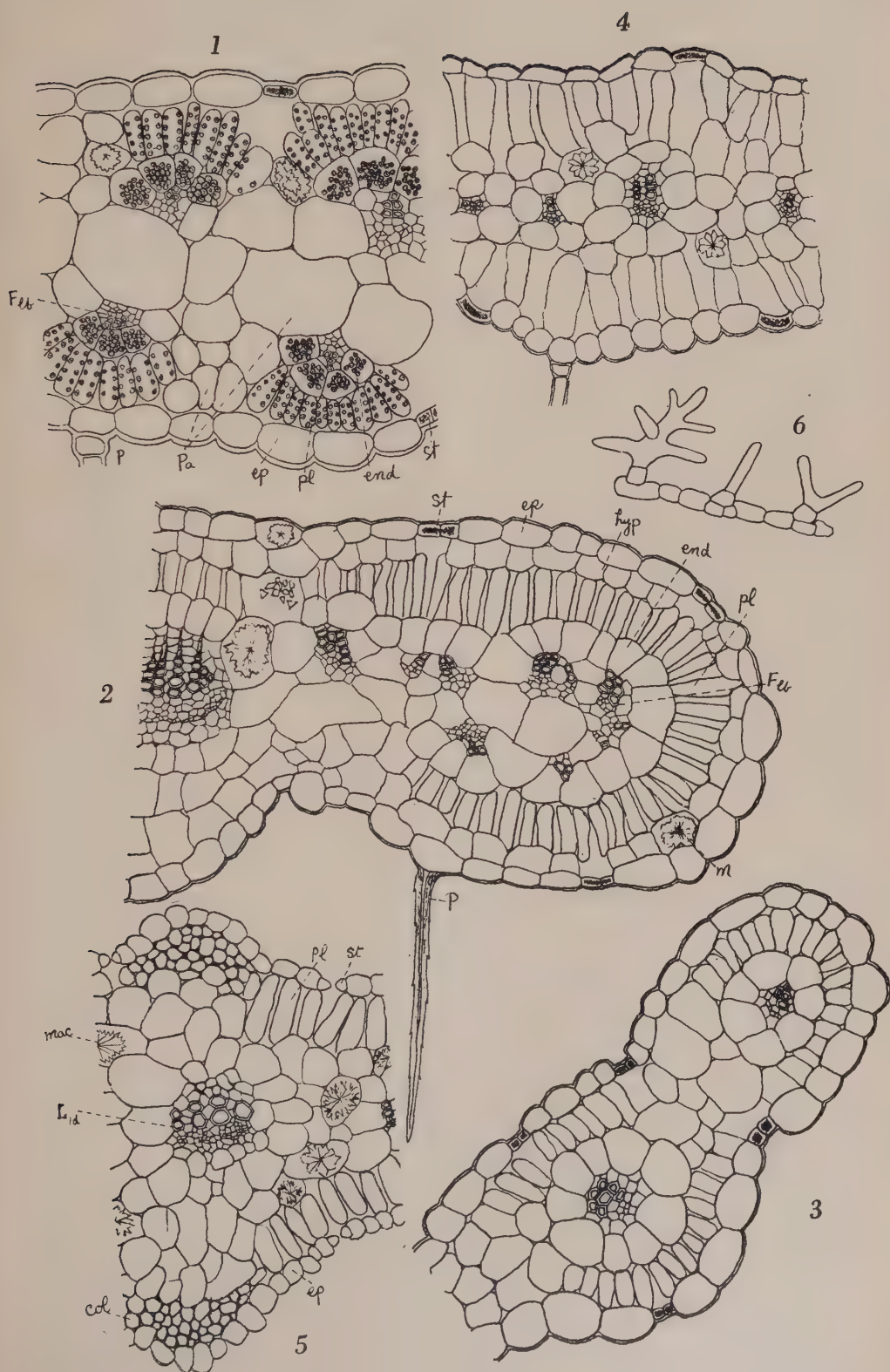


PLANCHE XIII

- Fig. 1. — Section transversale de l'article du rameau jeune du *Salicornia fruticosa*. La gaine foliaire s'est à peine séparée de la partie centrale du rameau, à l'intérieur de laquelle la différenciation des faisceaux libéro-ligneux, destinés à la gaine foliaire suivante est en train de s'accomplir dans le parenchyme cortical.
- Fig. 2. — Section transversale du limbe du *Sarcobatus vermiculatus*.
- Fig. 3. — Portion d'une section transversale du limbe du *Suaeda glauca*. — Gr. 198.
- Fig. 4. — Partie d'une section transversale du limbe du *Salsola soda*. — Gr. 198.
- Fig. 5. — Portion d'une section transversale sur la nervure médiane du limbe de l'*Ofaiston monandrum*.
- Fig. 6. — Partie d'une section transversale du limbe du *Nosea spinosissima*. — Gr. 198.
- Fig. 7. — Portion d'une section transversale du limbe de l'*Anabasis arctioides*. — Gr. 198.

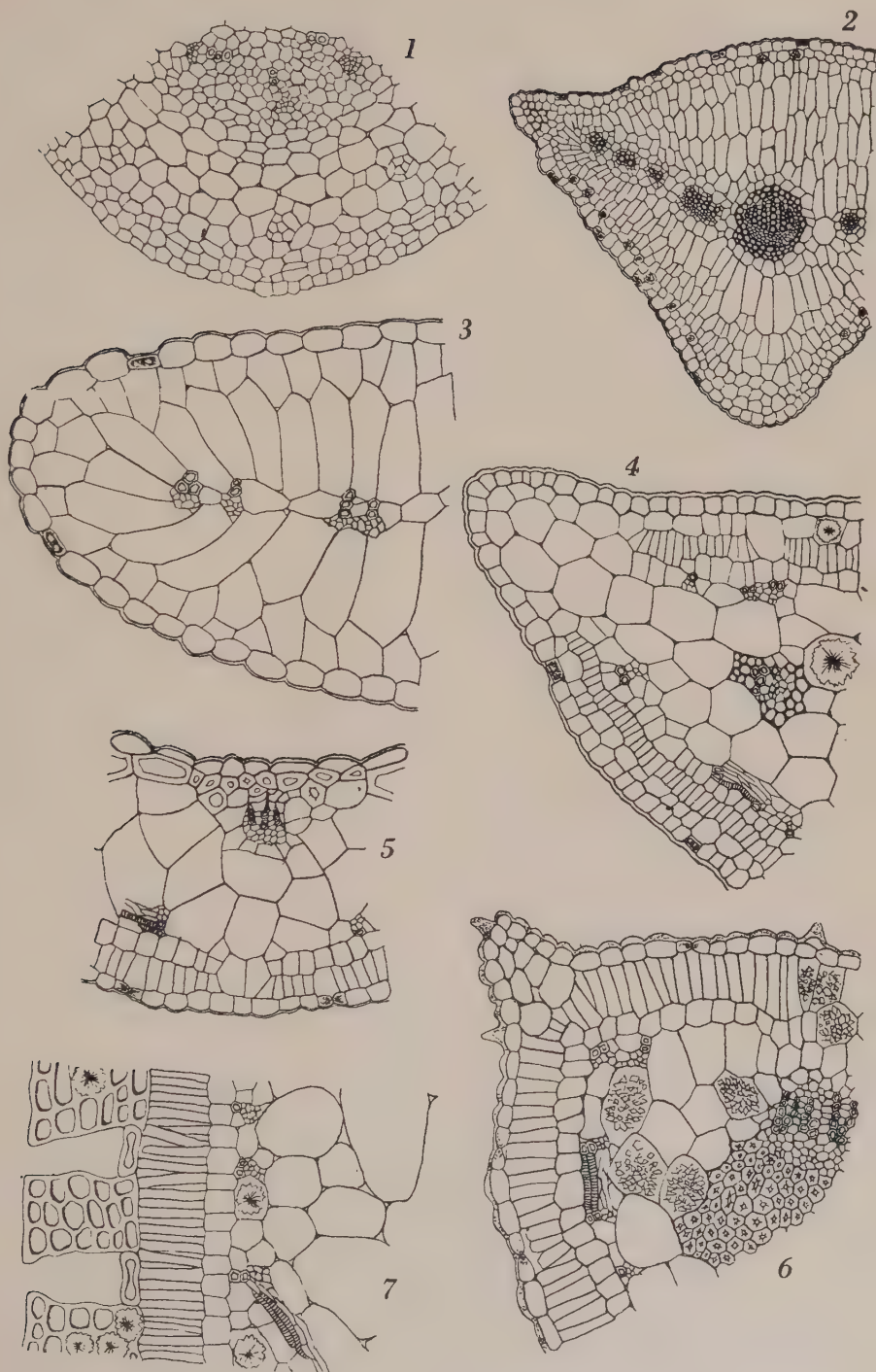


PLANCHE XIV

- Fig. 1. — Portion d'un faisceau supérieur du pétiole du *Deeringia celosioides*. — Ce faisceau, tout d'abord, élargit peu à peu tangentiellement, puis son liber pénètre entre le bois, ce dernier est alors séparé en 2 masses *b* et *b'* par le liber *L'*. Il se forme à partir du liber *L'* et du bois *b'* le faisceau central *C₁*. Enfin le faisceau *C₁* se place à l'intérieur des faisceaux en anneau. — Gr. 198.
- Fig. 2. — Portion de la région superficielle du pétiole du *Deeringia celosioides*. — Gr. 198.
- Fig. 3. — Portion d'une section transversale du limbe du *Deeringia celosioides*. — Gr. 198.
- Fig. 4. — Poil du *Deeringia celosioides*.
- Fig. 5. — Portion de la région superficielle du pétiole du *Bosea yerva-mora*. — Gr. 198.
- Fig. 6. — Portion d'une section transversale du limbe du *Bosea yerva-mora*. — Gr. 198.
- Fig. 7. — Portion de la région superficielle du pétiole de l'*Amarantus blitoides*.
- Fig. 8. — Portion d'une section transversale du limbe de l'*Amarantus blitoides*. — Gr. 246.
- Fig. 9. — Portion d'une section transversale du limbe du *Cyathula tomentosa*.
- Fig. 10. — Poil du *Cyathula tomentosa*.
- Fig. 11. — Portion d'une section transversale du limbe de l'*Achyranthes aspera*.
- Fig. 12. — Poil de l'*Achyranthes aspera*.

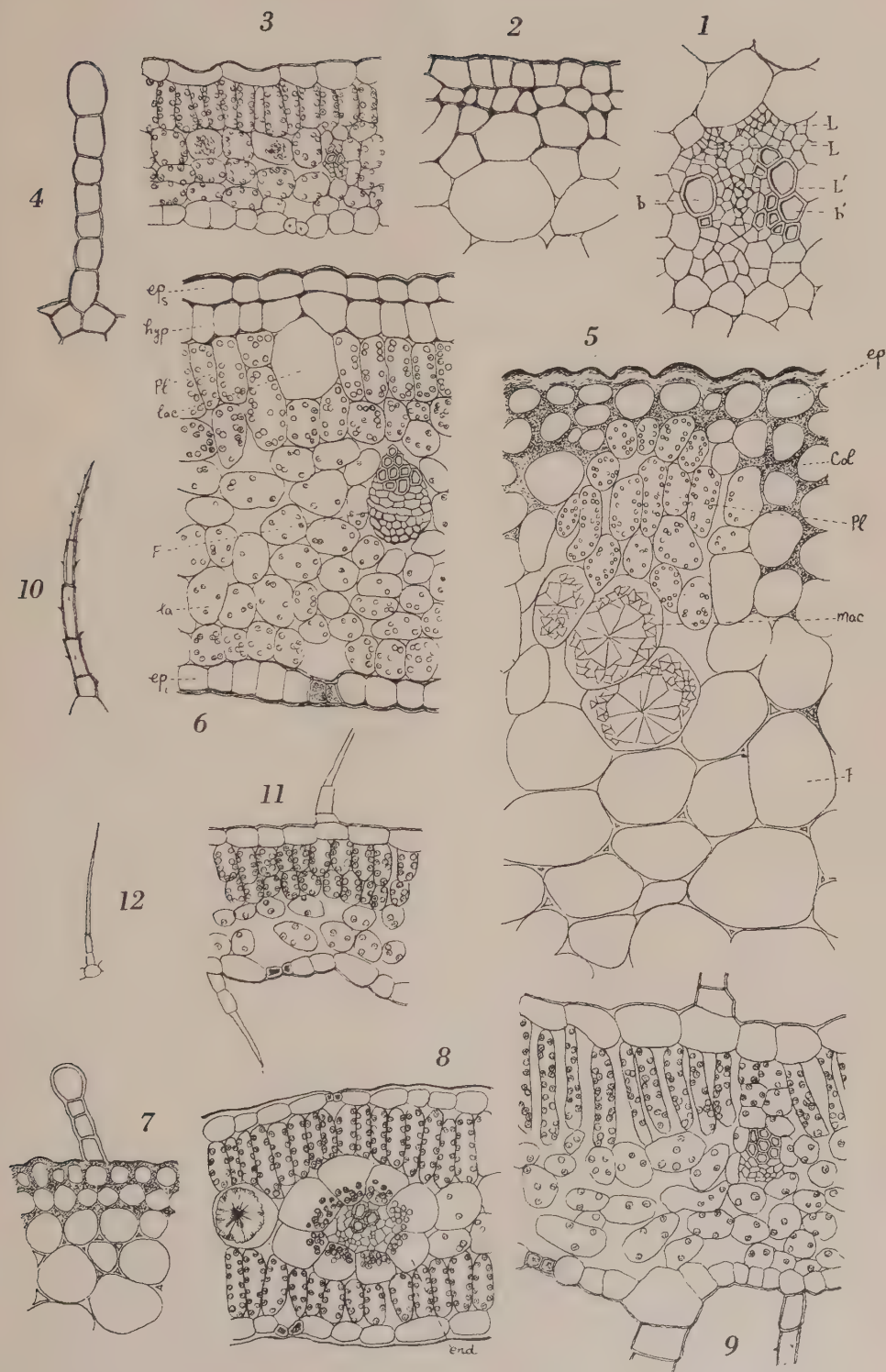


PLANCHE XV

- Fig. 1. — Portion d'une section transversale du pétiole du *Frælichia floridana*. — Gr. 198.
- Fig. 2. — Portion d'une section transversale du limbe du *Frælichia floridana*. — Gr. 198.
- Fig. 3. — Poil du *Gomphrena globosa*.
- Fig. 4. — Portion d'une section transversale du limbe du *Gomphrena cinerea*. — Gr. 198.
- Fig. 5. — Portion de la région superficielle du pétiole de l'*Iresine Herbstii*. — Gr. 198.
- Fig. 6. — Portion d'une section transversale du limbe de l'*Iresine Herbstii*. — Gr. 198.

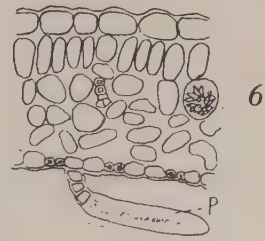
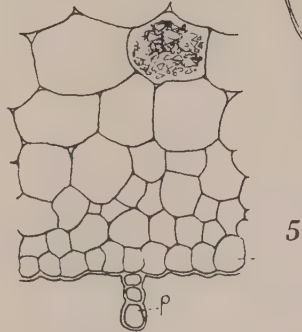
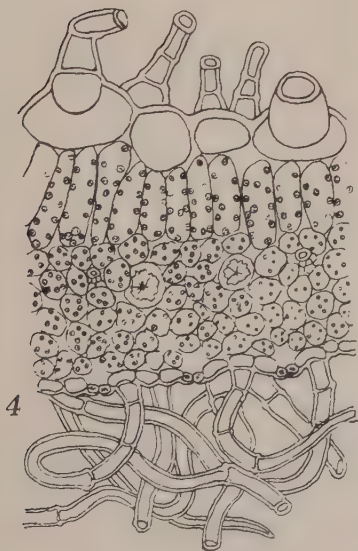
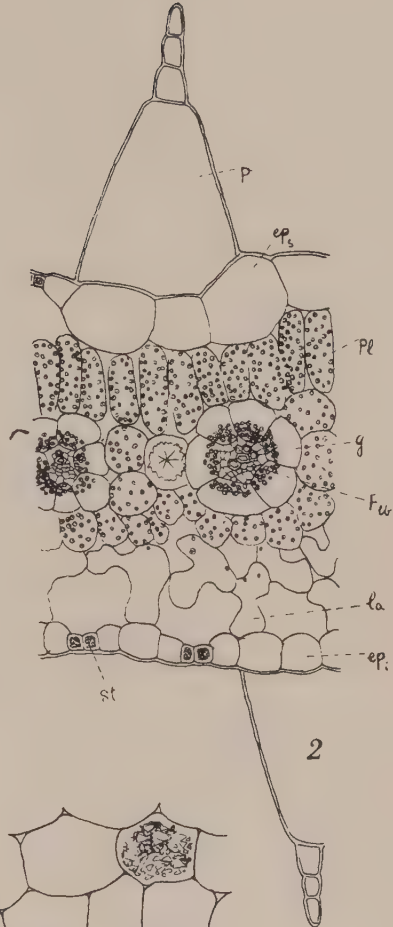
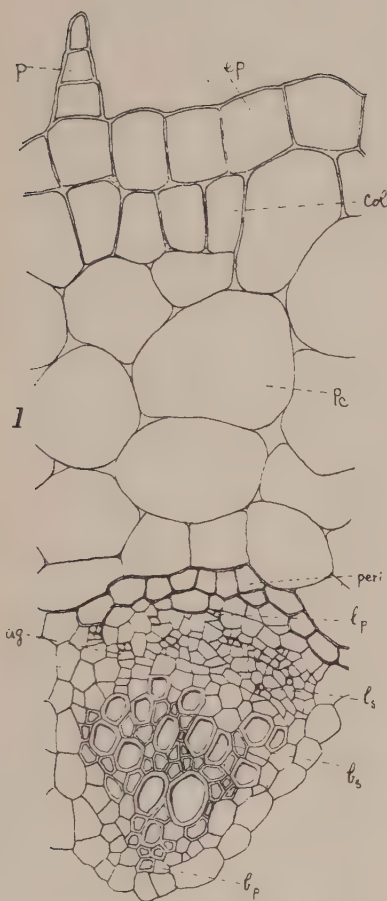
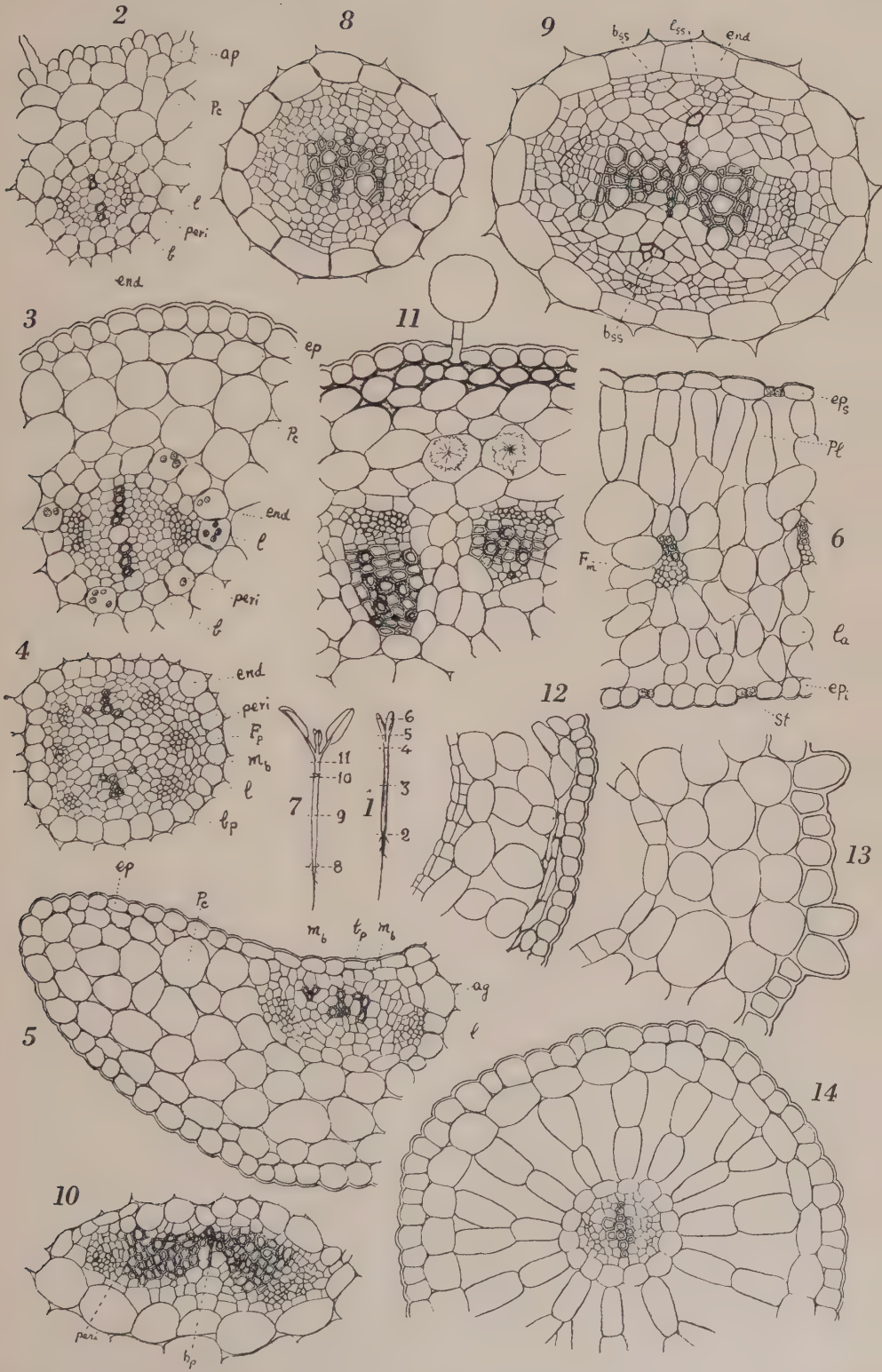


PLANCHE XVI

- Fig. 1. — Ensemble d'une plantule jeune de *Chenopodium album*. —
(Grandeur naturelle.)
- Fig. 2-3-4-5-6-. — Structures représentant des sections transversales faites
aux différents niveaux dans la figure 1.
- Fig. 2 correspond au niveau 2 Gr. 198.
- Fig. 3 — — 3 Gr. 198.
- Fig. 4 — — 4 Gr. 198.
- Fig. 5 — — 5 Gr. 198.
- Fig. 6 — — 6 Gr. 198.
- Fig. 7. — Ensemble d'une plantule plus âgée de *Chenopodium album* (Gran-
deur naturelle.)
- Fig. 8-9-10-11. — Structures représentant des sections transversales faites
aux différents niveaux dans la figure 7.
- Fig. 8 correspond au niv au 8.
- Fig. 9 — — 9.
- Fig. 10. — — 10.
- Fig. 11. — — 11.
- l_{ss} = liber secondaire surnuméraire.
 b_{ss} = bois secondaire surnuméraire.
 b_p = vestige des trachées alternes.
- Fig. 12. — Epiderme et parenchyme cortical de la section transversale de
l'axe hypocotylé de *Kodna trichophylla*. — Gr. 198.
- Fig. 13. — Epiderme et parenchyme cortical de la section transversale
de l'axe hypocotylé de *Suxda maritima*.
- Fig. 14. — Structure de l'axe hypocotylé de *Salicornia hebracea*.



DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

1. La sexualité chez les Basidiomycètes.
2. La structure de la membrane cellulaire chez les Algues.

Vu et approuvé :

Paris, le 1^{er} avril 1933.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

CH. MAURAIN.

Vu et permis d'imprimer :

le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

ERRATA

- Page 176, fig. 20 :
lire : *Suaeda*, au lieu de : *Suxda*.
- Page 188, ligne 2 :
lire : pl. X, au lieu de : pl. II.
- Page 240, fig. 58 :
lire : *Corispermum*, au lieu de : *Corrispermum*.
- Page 282, ligne 29 :
lire : van Tieghem, au lieu de : van Tiegem.
- Page 290, fig. 82 :
lire : *Frælichia*, au lieu de : *Fraelichia*
- Page 315, ligne 35 :
lire : *Suaeda*, au lieu de : *Suæda*.
- Page 316, ligne 7 :
lire : *Suaeda*. au lieu de : *Suæda*.
- Page 316, lignes 12-13 :
lire : *Suaeda*. au lieu de : *Suæda*.
- Page 328, fig. 4 :
lire : *Kochia*, au lieu de : *Kockia*.
- Page 328. fig. 6 :
lire : *Kochia*, au lieu de : *Kockia*
- Page 336, fig. 2 :
lire : *Sarcobatus*, au lieu de : *Sorcobatus*.
- Page 336, fig. 3
lire : *Suaeda*, au lieu de : *Suxda*.
- Page 342. fig. 12 :
lire : *Kochia*. au lieu de : *Kodna*.
- Page 342, fig. 13 :
lire : *Suaeda*, au lieu de : *Suxda*.
- Page 342. fig. 14 :
lire : *herbacea*, au lieu de : *hebracea*.
-

